QK1
.R44
1914
v.26

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1914

SHOUT
SHARE
IT

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Etude comparative de la distribution florale dans quelques formations terrestres et aquatiques, par M. Paul **Jaccard** 5, 49

Sur l'assimilation de l'azote par les poils des plantes (avec deux figures dans le texte et une planche en couleurs) par M. François **Kövessi** 22, 106

Les Muscardines, le genre *Beauveria* Vuillemin (avec dix-neuf figures dans le texte), par M. J. **Beauverie**. 81, 157

Etat actuel de la question de l'évolution et du rôle physiologique des mitochondries d'après les travaux récents de cytologie végétale (avec seize figures dans le texte), par M. A. **Guilliermond** . 129, 182

Etude de l'*Acremonium Potronii* Vuill. par M. **Brocq-Rousseu** . . 150

Sur la nature pathologique de l'*Alyssum densiflorum* Lange (avec trois planches), par M. Marin **Molliard** 177

Recherches biochimiques sur les saponines, par M^{lle} M. **Korsakoff**. 225

Sur une Mucédinée croissant sur le liquide de Raulin (avec une planche) par M. Henri **Coupin**. 245

Contribution à l'étude de l'apothécie chez les Graphidées (avec une planche en couleurs) par M. G. **Bioret** 249

Etude des échanges gazeux et de la variation des sucres et des glucosides au cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobæa scandens*, par M. Edmond **Rosé** 257

Essai de géographie botanique des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région rémoise (avec une figure dans le texte et deux planches) par M. Emile **Champagne**. 271

L'hybridation asexuelle ou variation spécifique chez les plantes greffées (avec vingt-quatre figures dans le texte et trois planches, dont deux en couleurs) par M. Lucien **Daniel** (1). 305

Contribution à l'étude de la végétation du grand bassin américain (avec quatre planches) par M. Paul **Monnet** 342

L'œuvre de Philippe van Tieghem, par M. Gaston Bonnier. . . . 353

Les Basidiomycètes de la forêt de Fontainebleau, par M. Léon **Dufour**. 443

Modifications sexuelles chez le *Picea Morinda*, par M. Marin **Molliard**. 454

(1) La fin de cet article paraîtra dans le tome de 1915.

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Blaringhem L.. Le perfectionnement des plantes 217
Chevalier, A., Teissonnier, P., et Caille, O.. Manuel d'horticulture coloniale 254
Chodat, R.. Monographie d'Algues en culture pure 218
Gœbel, K.. Organographie der Pflanzen 215
Grafe V. et Vouk.. Untersuchungen über den Inulinstoffwechsel bei *Cichoruim Intybus* L. (Cichorie) III 211
Grafe V. et Vouk.. Das Verhalten einiger Saccharomyzeten (Hefen) zu Inulin 219
Grafe, Victor. Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen 301
Houard, C.. Les Zoocécédies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée 48
Mameli, Dott Eva. Riposta alla nota del dottor Petri « sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti della Vite » 253
Massart, Jean. La création de réserves naturelles 221
Massart, Jean. Le rôle de l'expérimentation en géographie botanique 221
Palladin und Sergius Lvoff.. Ueber die Einwirkung der Atmungschromogene auf die alkoholische Gärung 174
Palladin, W.. Ueber die Bedeutung der atmungspigmente in den Oxydationsprozessen der Pflanzen 215
Petri, L. (Dost).. Ricerche sulle cause dei deperimenti delle Viti en Sicilia 79
Petri, L.. Sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti delle Vite 79
Polacci, G.. Move ricerche sull'assimilazione del carboniso 216
Polacci, G.. Sull'*Abrus precatorius* L. 217
Van der Wolk (P. C.).. Researches concerning geocarpy 350

Récentes publications botaniques I à XVI

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-SIXIÈME

Planche 1. Localisation des albuminoïdes dans des poils formés d'une part à l'air libre et d'autre part dans de l'oxygène pur entièrement privé d'azote.

Planche 2. *Alyssum maritimum Lmck.*

Planche 3. *Alyssum densiflorum Lange* I.

Planche 4. *Alyssum densiflorum Lange* II.

Planche 5. *Polymorphomyus Bonnieri.*

Planche 6. *Graphis*, *Opegrapha* et *Arthonia*.

Planche 7. Carte des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région Rémoise.

Planche 8. *Bruyère à Calluna* et tourbière avec station d'*Aconitum Napellus*.

Planche 9. Carte du Désert de Gila.

Planches 10, 11 et 12. Flore du désert de Gila.

Portrait de Philippe van Tieghem . . . . avant la page 353

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX
PAR NOMS D'AUTEURS

Beauverie (J.). Les Muscardines, le genre *Beauveria* Vuillemin 81, 157

Bioret (G.). Contribution à l'étude de l'apothécie chez les Graphidées 249

Bonnier (Gaston). L'œuvre de Philippe van Tieghem 353

Brocq-Rousseu. Etude de l'*Acremonium Potronii* Vuill. 150

Champagne (Émile). Essai de géographie botanique des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région rémoise 271

Coupin (Henri). Sur une Mucédinée croissant sur le liquide de Raulin 245

Daniel (Lucien). L'hybridation asexuelle ou variation spécifique chez les plantes greffées (1). 305

Dufour (Léon). Les Basidiomycètes de la forêt de Fontainebleau. . 443

Guilliermond (A.). Etat actuel de l'évolution et du rôle physiologique des Mitochondries d'après les travaux récents de cytologie végétale 129, 182

Jaccard (Paul). Etude comparative de la distribution florale dans quelques formations terrestres et aquatiques 5, 49

Korsakoff (Mlle Marie). Recherches biochimiques sur les saponines 225

Kövessi (François). Sur l'assimilation de l'azote par les poils des plantes 22, 106

Molliard (Marin). Sur la nature pathologique de l'*Alyssum densiflorum* Lange. 177

Molliard (Marin). Modifications sexuelles chez le *Picea Morinda*. . 454

Monnet (Paul). Contribution à l'étude de la végétation du grand bassin américain 342

Rosé (Edmond). Etude des échanges gazeux et de la variation des glucosides au cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobæa scandens* 257

(1) La fin de cet article paraîtra dans le tome de 1915.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Janvier 1914

N° 301

*Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.*

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1914

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1914

I. — ÉTUDE COMPARATIVE DE LA DISTRIBUTION FLORALE DANS QUELQUES FORMATIONS TERRESTRES ET AQUATIQUES, par **M. Paul Jaccard**. 5

II. — SUR L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES POILS DES PLANTES (avec deux figures dans le texte et une planche en couleurs), par **M. François Kôvessi**. 22

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 48

HOUARD. — Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 48

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^{e}).

ÉTUDE COMPARATIVE DE LA DISTRIBUTION FLORALE DANS QUELQUES FORMATIONS TERRESTRES ET AQUATIQUES

Par M. Paul JACCARD (Zürich)

Les divers travaux que j'ai consacrés jusqu'ici à l'étude de la distribution florale (1) concernent les *formations fermées* du type de nos prairies ; il m'a paru désirable d'étendre mes recherches à d'autres types de groupements végétaux, en particulier aux *formations ouvertes*, c'est-à-dire à la végétation discontinue qui recouvre partiellement certaines stations telles que les pierriers, les rochers, les dunes, les fossés, les étangs, etc., dans lesquelles certaines conditions restrictives, telles que la mobilité des portions superficielles du sol, sa compacité excessive, sa submersion périodique, enfin dans les stations aquatiques, l'écoulement rapide ou la trop grande profondeur de l'eau empêchent la flore de couvrir la totalité de la surface disponible.

Mes recherches précédentes m'ayant conduit à reconnaître que la distribution de la flore dans les prairies est dominée par certaines relations numériques et taxinomiques indépendantes des caractères spécifiques des espèces associées, je me suis demandé si ces relations sont générales et s'appliquent aussi à la végétation des formations ouvertes dans lesquelles la concurrence entre les espèces semble au premier abord devoir s'exercer d'une façon moins intensive.

Pour répondre à cette question, j'envisagerai le mode de distribution de la flore : 1° dans les pierriers et les stations rocheuses des Alpes, 2° dans le district des dunes littorales, des alluvions et des stations aquatiques de la Belgique.

---

(1) Voir en particulier : Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Bull. soc. vaud. sc. natur. Lausanne*, vol. 38, 1902, et Nouvelles recherches sur la distribution florale, *Item.* vol. 44, 1908.

DIVISION DU SUJET

I. — Distribution de la Flore dans les pierriers.

Pierrier de Sandalp.

Coefficient de communauté.

Provenance des espèces du pierrier de Sandalp.

Influence de l'étendue sur la diversité florale.

Pierriers d'éboulis morainiques.

Degré de fréquence des espèces.

Coefficient générique.

Pierriers et stations rocheuses des Alpes suisses.

II.—Distribution florale dans les dunes maritimes et continentales.

Comparaison avec la végétation des pierriers des Alpes et avec celle de quelques formations fermées.

District des dunes littorales, des alluvions et des polders de Belgique.

Conditions écologiques et coefficient générique.

Coefficient générique des grandes divisions florales.

Variations locales du coefficient générique des grandes divisions florales.

Degré de fréquence des espèces.

III. — Considérations générales et Conclusion.

Influence des moyens de transport des graines et influence des causes historiques (immigration) sur la distribution florale.

Influence du climat sur la biologie florale.

Indépendance des adaptations écologiques et de la distribution florale.

I. — DISTRIBUTION DE LA FLORE DANS LES PIERRIERS

1. — Pierrier de Sandalp.

Le petit plateau de Sandalp, situé à 1.938 mètres dans les Alpes glaronaises, est traversé par la Linth qui, avant de descendre en cascades vers le fond de la vallée, a déposé ses gros gallets en un pierrier d'alluvions atteignant par place 2 à 3 mètres d'épaisseur. Depuis quelques années, le torrent coule à 1 ou 2 mètres en contre-bas de la surface du pierrier, lequel forme avec la rive gauche du cours d'eau une bande presque régulièrement horizontale de plus de 200 mètres de longueur sur une trentaine de mètres de largeur.

Cette alluvion à gros cailloux provenant presque exclusivement du cirque calcaire et dolomitique fermant le fond du vallon, présente une composition très homogène; n'ayant depuis longtemps pas été remaniée par le torrent, elle s'est couverte d'espèces vivaces habituelles à ce genre de station, entre autres *Anthyllis vulneraria*, *Epilobium Fleischeri*, *Gypsophila repens* et *Linaria alpina*, accompagnées d'une soixantaine d'autres moins généralement répandues. Ainsi se trouve constituée une végétation discontinue qui paraît avoir atteint un état d'équilibre momentané.

Pour en étudier la distribution, j'ai fait en juillet 1911 le relevé floristique complet de 85 m^2 présentant des caractères apparents suffisamment semblables pour être comparables, et disposés, ainsi que l'indique le schéma ci-dessous en une bande de 3 mètres de largeur divisée en quatre localités distinctes, de 18 à 27 m^2 chacune et séparées l'une de l'autre par des intervalles non recensés de 5, 20 et 50 mètres.

Tandis que les localités I, II et III sont absolument semblables entre elles, la localité IV correspond à une portion un peu plus basse et moins anciennement fixée de l'alluvion; elle est aussi couverte d'une végétation plus clairsemée.

Méthode d'investigation. — Au moyen d'un mètre pliant, on délimite sur la portion de terrain à étudier une série de carrés de 1 mètre de côté groupés dans l'ordre du schéma, puis on note au fur et à mesure qu'on les rencontre toutes les espèces représentées sur chacun des carrés ainsi délimités.

Les espèces recensées sont ensuite groupées en un tableau comprenant autant de colonnes que de mètres carrés examinés (tableau n° 1). La présence de chaque espèce est notée au moyen d'une croix dans les colonnes correspondant aux divers mètres carrés où elle apparaît.

Un pareil tableau indique d'une part : la *composition florale*, soit la *liste systématique des espèces du territoire étudié*, ainsi que celle de chacun des mètres carrés séparément; d'autre part : le *nombre des espèces* représentées, soit sur chacun des mètres carrés, oit sur l'ensemble du territoire envisagé.

Il nous permet de déterminer ainsi que nous l'avons fait pour la prairie alpine, 1° le *coefficient de communauté*, soit le degré d'analogie que présentent entre elles les diverses portions du territoire étudié ; 2° le *degré de fréquence* de chaque espèce.

Schéma de position des quatre localités de l'alluvion de Sandalp et des 85 m² recensés

Localité I
19 m²

	1	2	3	a
	6	5	4	b
	7	8	9	c
	12	11	10	d
	13	14	15	e
18 bis	18	17	16	f

Intervalle de 5 m.

Localité II
21 m²

19	20	21	g
24	23	22	h
25	26	27	i
30	29	28	j
31	32	33	k
36	35	34	l
37	38	39	m

Intervalle de 20 m.

Localité V
18 m²

40	41	42	n
45	44	43	o
46	47	48	p
51	50	49	q
52	53	54	r
57	56	55	s

Intervalle de 50 m.

Localité IV
27 m²

58	59	60	t
63	62	61	u
64	65	66	v
69	68	67	w
70	71	72	x
75	74	73	y
76	77	78	z
81	80	79	α
82	83	84	β

Tableau N° 1

Liste des espèces croissant sur 200 m² du perrier de Sandalp avec l'indication de leur degré de fréquence

Numéro d'ordre		Degré de fréquence					Numéro d'ordre		Degré de fréquence				
		I	II	III	IV	G.			I	II	III	IV	G.
1	*Achillea atrata*	—	—	1	—	1	36	*Kernera saxatilis*	5	10	8	1	28
2	*Agrostis alba*	—	1	—	—	1	37	*Leontodon hastilis*	—	1	—	—	1
3*	*Alsine verna*	—	—	—	—	1	38	*Leontodon hispidus*	—	2	6	—	9
4	*Alchemilla alpina*	1	—	1	—	3	39	*Linaria alpina*	6	10	8	11	**43**
5	*Anthyllis vulneraria*	13	18	18	6	**60**	40*	*Myosotis alpestris*	—	—	—	—	1
6	*Arabis alpina*	—	—	—	11	19	41	*Oxytropis campestris*	4	4	6	—	16
7	*Arabis pumila*	4	3	—	2	12	42	*Oxytropis montana*	3	7	11	—	25
8	*Arenaria ciliata*	—	1	—	1	2	43	*Petasites niveus*	—	—	1	—	1
9*	*Astragalus alpinus*	—	—	—	—	1	44*	*Phleum pratense*	—	—	—	—	1
10*	*Aster alpinus*	—	—	—	—	1	45	*Plantago montana*	—	—	1	—	3
11*	*Athamanta cretensis*	—	—	—	—	1	46	*Poa alpina*	1	1	7	6	24
12*	*Bellidiastrum Micheli*	—	—	1	—	1	47	*Poa minor*	4	4	13	—	23
13	*Biscutella lævigata*	—	—	—	1	1	48	*Polygonum viviparum*	—	1	3	—	5
14	*Botrychium Lunaria*	—	1	4	—	5	49*	*Ranunculus acris*	—	—	—	—	1
15	*Bryum cæspitosum*	2	3	4	2	14	50*	*Ranunculus montanus*	—	—	—	—	1
16	*Campanula pusilla*	—	—	2	—	2	51*	*Salix grandifolia*	—	—	—	—	1
17*	*Campanula Scheuzeri*	—	—	—	—	1	52	*Salix retusa*	1	2	1	—	4
18	*Cerastium latifolium*	—	1	1	2	9	53*	*Salix serpyllifolia*	—	—	—	—	1
19	*Chrysanthemum atratum*	—	1	2	—	4	54*	*Saxifraga Aizoon*	—	—	—	—	1
20	*Cirsium spinosissimum*	—	—	1	—	1	55	*Saxifraga aizoïdes*	7	6	4	—	19
21	*Dryas octopetala*	3	4	6	—	14	56*	*Saxifraga cæsia*	—	—	—	—	1
22	*Epilobium Fleischeri*	9	11	16	2	**45**	57*	*Saxifraga exarata*	—	—	—	—	1
23	*Erigeron uniflorus*	—	—	1	—	2	58	*Saxifraga oppositifolia*	—	4	—	—	5
24	*Euphrasia salisburgensis*	5	13	13	2	**37**	59	*Sedum atratum*	—	—	1	12	16
25	*Festuca pumila*	—	4	4	—	11	60	*Sesleria cærulea*	1	1	—	—	3
26	*Festuca rubra*	—	—	1	—	1	61	*Silene acaulis*	—	1	—	—	1
27	*Festuca rupicaprina*	—	1	—	—	2	62	*Silene inflata*	—	—	—	1	2
28	*Galium anisophyllum*	1	3	7	—	13	63	*Solidago virgaurea*	—	—	2	—	2
29	*Galium helveticum*	—	—	1	—	1	64*	*Taraxacum officinale*	—	—	—	—	1
30	*Globularia cordifolia*	—	—	—	—	1	65	*Thymus serpyllum*	—	—	—	1	2
31	*Gypsophila repens*	11	14	11	—	**39**	66*	*Thlaspi rotundifolium*	—	—	—	—	1
32*	*Hieracium alpinum*	—	—	—	—	1	67*	*Trifolium pratense*	—	—	—	—	1
33	*Hieracium auricula*	—	—	—	1	1	68	*Trifolium Thalii*	—	—	—	1	2
34	*Hieracium villosum*	—	1	—	—	1	69	*Veronica saxatilis*	—	—	1	6	11
35	*Hutschinsia alpina*	2	4	4	7	19	70	*Viola cenisia*	—	10	1	—	13

Les colonnes I, II, III, IV indiquent la *fréquence locale* des espèces, c'est-à-dire leur fréquence dans chacune des quatre localités ; la colonne G., leur *fréquence générale* dans les 85 m² réunis.

Les espèces marquées d'un astérisque apparaissent isolément dans le voisinage immédiat, mais pas sur les mètres carrés recensés.

3° le *coefficient générique* (1), soit le rapport centésimal du nombre des genres au nombre des espèces.

---

(1) Le terme de *coefficient* dans le sens où je l'emploie exprime, comme dans coefficient d'exploitation en matière de chemin de fer, par exemple, une *relation* entre deux termes de comparaison et non une *multiplication* arithmétique.

Il n'y aurait aucun avantage à le remplacer, comme on me l'a suggéré, par le terme de *quotient* dont le sens est trop étroit.

2. — COEFFICIENTS DE COMMUNAUTÉ.

Le tableau nº 1 comprend 70 espèces dont 51 ont été relevées sur les 85 m² recensés et dont 19 autres ont été notées dans le *voisinage immédiat*, soit sur une surface totale de 200 m² environ.

Le nombre des espèces, soit la *richesse florale*, des quatre localités comparées (réduites chacune à 18 m² pour les rendre comparables en étendue) est le suivant :
I = 19 espèces ; II = 32 espèces ; III = 36 espèces ; IV = 19 espèces.

Le nombre moyen des espèces par mètre carré est de :
4 à 5 pour la localité I, nombres extrêmes par m² : 2 et 9.
8 à 9 pour la localité II, nombres extrêmes par m² : 5 et 15.
9 à 10 pour la localité III, nombres extrêmes par m² : 5 et 14.
4 à 5 pour la localité IV, nombres extrêmes par m² : 1 à 9.

Au point de vue de la richesse florale, tant *locale* qu'*élémentaire* (1), nos quatre localités se partagent en deux groupes comparables : le premier comprenant les localités I et IV ; le second, les localités II et III. Le coefficient de communauté (C. c.) c'est-à-dire le rapport des espèces communes aux espèces distinctes exprimé en pour cent, s'élève pour les localités I et IV à *32* °/₀, ce qui signifie que sur les 28 espèces distinctes notées sur ces deux localités 9 seulement se rencontrent sur les deux à la fois, tandis que 19 se trouvent sur l'une à l'exclusion de l'autre.

Autrement dit, des 28 espèces formant la florule des localités I et II réunies, 9 espèces, soit 32 sur 100, leur sont communes.

Les localités II et III ayant 24 espèces communes sur 40 espèces distinctes, leur C. c. s'élève à *60* °/₀.

On pourrait croire au premier abord que le chiffre plus élevé du C. c. dans le second cas, provient de la richesse florale plus grande dans II et III que dans I et IV, tandis que la différence observée résulte plutôt, comme nous le verrons, de la *proximité* plus ou moins grande des localités comparées.

Partageons nos quatre localités en tranches de 3 m² chacune, désignées par *a*, *b*, *c*, etc. (voir le schéma ci-dessus) et comparons entre elles celles dont la richesse florale est analogue, nous obtenons les coefficients de communauté suivants :

---

(1) C'est-à-dire, concernant chaque *élément* de la surface recensée, soit chaque carré de un mètre.

Surfaces contiguës.

Entre *l* (23 espèces) et *m* (21 espèces), ensemble 27 espèces distinctes dont 17 communes. C. c. = 63 %.

Entre *r* (16 espèces) et *s* (21 espèces), ensemble 26 espèces distinctes, dont 11 communes. C. c. = 42 %.

Entre *i* (13 espèces) et *j* (18 espèces), ensemble 20 espèces distinctes dont 11 communes. C. c. = 55 %.

Entre *g* (14 espèces) et *h* (11 espèces), ensemble 15 espèces distinctes dont 9 communes. C. c. = 60 %.

Entre *z* (11 espèces), et α (10 espèces), ensemble 15 espèces distinctes dont 6 communes. C. c. = 40 %.

Surfaces distantes.

Entre *m* (21 espèces) et *s* (21 espèces), ensemble 30 espèces distinctes dont 11 communes. C. c. = 37 %.

Entre *a* (11 espèces) et *z* (11 espèces), ensemble 18 espèces distinctes dont 4 communes. C. c. = 22 %.

Entre *t* (10 espèces), et α (10 espèces), ensemble 16 espèces distinctes dont 5 communes. C. c. = 31 %.

Entre *b* (8 espèces) et *u* (9 espèces), ensemble 15 espèces distinctes dont 2 escommunes. C. c. = 13 %.

L'examen du tableau ci-dessus montre : 1° que le coefficient de communauté est généralement plus élevé entre les surfaces contiguës qu'entre les surfaces distantes ; 2° il est plus faible entre *a* et *z* ainsi qu'entre *b* et *u* qui sont distants d'une centaine de mètres, qu'entre *m* et *s* ou *l* et α qui sont beaucoup plus rapprochés ; 3° la hauteur du C. c. n'est pas sensiblement influencée par la richesse florale, c'est-à-dire par le nombre des espèces croissant sur les surfaces comparées. Ainsi, entre *d* et *e* qui ont chacun 8 espèces seulement, le C. c. est de 20 %, tandis qu'entre *e* et *f* ayant chacun 8 espèces également, il s'élève à 50 %. Toutefois lorsque ce nombre est très petit, il suffit d'une ou deux espèces communes en plus ou en moins pour faire varier fortement le C. c.

Nous voyons donc que malgré le caractère exclusif de la station, et malgré le nombre relativement faible des espèces qui l'occupent, *la florule de notre pierrier présente une diversité élémentaire considérable* et que les espèces qui la constituent varient d'un mètre à l'autre et d'une localité à l'autre dans une proportion aussi forte que celle qu'on observe dans une formation fermée du type prairie.

A titre de comparaison, j'utiliserai le relevé floristique d'une prairie subalpine effectué en 1908 déjà sur le flanc sud du Chasseron (Jura vaudois) entre 1.300 et 1.350 mètres d'altitude. La surface recensée ayant été divisée en 25 carrés de 1 mètre de côté numérotés comme suit de bas en haut de la pente :

haut	7	8 etc.
↑	5	6
|	3	4
bas	1	2

j'ai déterminé, suivant la méthode déjà décrite, la composition florale de chacun d'eux, et groupé en un tableau les 66 espèces de phanérogames qui s'y rencontrent. Comme chaque mètre carré est occupé en moyenne par une trentaine d'espèces, il semble que sur n'importe quelle portion de 2 à 3 m² de la prairie en question, la totalité des espèces recensées, soit 66, pourrait se rencontrer. Or, l'observation nous montre qu'il n'en est rien ; bien que, sur la petite surface considérée, les conditions écologiques ne manifestent aucune variation apparente, la composition florale change d'un mètre à l'autre ainsi que l'indiquent les coefficients de communauté suivants.

Entre les carrés contigus 1 et 2, 3 et 4, 5 et 6, etc., le C. c. moyen s'élève à *68* °/o, les C. c. extrêmes étant 56 % et 76 %.

Entre les carrés moins rapprochés, 2 et 3, 4 et 5, 6 et 7, etc., le C. c. moyen n'est que de *62* °/o, les C. c. extrêmes étant 52 % et 76 %. Lorsque la distance entre deux carrés augmente, le C. c. diminue ; entre les carrés 1 et 20 par exemple, situés à 9 mètres de distance l'un de l'autre, il n'est plus que de 44 %.

3. — PROVENANCE DES ESPÈCES DU PIERRIER DE SANDALP.

Les espèces du pierrier de Sandalp proviennent toutes des prairies-pâturages, des rochers et des éboulis avoisinants, lesquels constituent en quelque sorte le *territoire d'alimentation* de ce pierrier au point de vue floral.

Des 70 espèces qui le colonisent, la moitié à peine, soit 33 sur 70, sont vraiment des plantes d'éboulis ou de stations rocheuses et sur ce nombre 14 seulement occupent plus de 10 des 85 m² recensés. Parmi les plus fréquentes, plusieurs appartiennent à la flore des prairies, tandis que des espèces caractéristiques pour la flore des rochers et des éboulis voisins n'ont été notées que sur un à deux mètres carrés seulement. Comment se fait-il que sur les 200 et quelques espèces distribuées sur les pentes voisines, le tiers seulement à peine ait réussi à s'implanter sur notre pierrier?

Alors même que la concurrence entre les espèces du pierrier paraisse au premier abord moins intensive que dans la prairie, ce sont en définitive les mêmes causes qui dans les deux cas règlent leur distribution élémentaire. En chaque point du pierrier, le nombre des espèces « possibles », c'est-à-dire qui, sur la portion de terrain envisagée, trouveraient les conditions écologiques permettant leur développement, est beaucoup plus considérable que celui des espèces qui s'y trouvent en réalité.

Dans leur grande majorité, les espèces constituant la florule du pierrier de Sandalp sont répandues dans tout le territoire avoisinant, leur présence sur cette station ne saurait donc s'expliquer comme étant le résultat d'une étroite adaptation aux conditions écologiques qui y règnent.

La diversité de composition florale observée doit en définitive résulter de ce qu'en chaque point de la station qui nous occupe, de faibles variations (variations élémentaires) se manifestent dans les caractères physico-chimiques du sol (degré de compacité, nature des matériaux, degré d'humidité, etc.), variations agissant comme causes favorisantes ou excluantes vis-à-vis des nombreuses espèces qui entrent en lutte pour la conquête du terrain (1).

4. — INFLUENCE DE L'ÉTENDUE SUR LA DIVERSITÉ FLORALE.

Alors même que les conditions écologiques apparentes paraissent uniformes, les causes de variation élémentaires dont nous venons de parler allant en se multipliant et en se diversifiant en proportion de l'étendue que l'on envisage, il en résulte que la richesse florale, ainsi que la diversité de groupement des espèces associées, augmentent également avec l'étendue de la surface florale (2).

Nos relevés floristiques montrent en effet, qu'à superficie égale, le pierrier de Sandalp possède un nombre d'espèces moitié moindre que la prairie-pâturage avoisinante, ce qui s'explique, en partie du moins, parce qu'à égalité d'étendue la surface florale du pierrier, dont une partie est impropre à la végétation, est en réalité inférieure à celle de la prairie. En fait, 100 m² du pierrier possèdent sensiblement le même nombre d'espèces que 50 m² de la prairie voisine.

---

(1) Nous discuterons plus loin la part qui peut être attribuée aux moyens de dissémination et l'avantage conféré au premier occupant.

(2) Voir à ce propos : Nouvelles recherches, *loc. cit.*, p. 232.

Tandis que 6 m² du pierrier à végétation discontinue sont en moyenne occupés par 15 espèces, j'ai relevé sur une surface égale, située 100 mètres plus loin, mais couverte d'une végétation continue, une trentaine d'espèces, soit le double.

De ces 30 espèces, 5 seulement ne se rencontrent pas sur le pierrier proprement dit.

Nous pouvons en conclure que, si tout en conservant exactement les mêmes caractères écologiques, le pierrier de Sandalp couvrait une surface double ou triple, sa richesse florale serait plus grande ; les éléments nouveaux qui s'y introduiraient ne seraient d'ailleurs ni mieux ni moins aptes à s'y développer que ceux qui s'y trouvent déjà.

L'influence de l'étendue sur la richesse florale ressort également des chiffres suivants concernant le pierrier de Sandalp.

Sur 30 m², environ 30 espèces.
Sur 60 m², environ 50 espèces.
Sur 100 m², environ 70 espèces.

Pour la prairie du Chasseron déjà citée, l'augmentation du nombre des espèces avec l'étendue est encore plus frappante :

Sur 1 m², en moyenne 30 espèces.
Sur 2 m², en moyenne 35 espèces.
Sur 3 m², en moyenne 37 espèces.
Sur 5 m², en moyenne 40 espèces.
Sur 10 m², en moyenne 47 espèces.
Sur 25 m², en moyenne 66 espèces.
Sur 100 m², en moyenne 78 espèces.
Sur 200 m², en moyenne 85 espèces.

Nous n'avons envisagé pour l'établissement de ces chiffres qu'une portion de la prairie en apparence très uniforme.

Il n'est pas question, cela va sans dire, d'établir une proportionnalité rigoureuse entre l'accroissement de superficie et celui du nombre des espèces associées ; cette augmentation numérique devient même rapidement très faible, lorsque, sur toute son étendue, la station envisagée conserve sensiblement ses mêmes caractères écologiques et ses mêmes espèces dominantes, ce qui est précisément le cas sur les 200 m² de la prairie du Chasseron que nous avons recensés.

5. — Pierrier d'éboulis morainiques

La diversité de la composition florale et son augmentation avec l'étendue ressortent avec non moins de netteté des chiffres suivants concernant un pierrier d'éboulis de 30 à 35° d'inclinaison, situé à moins de un kilomètre du pierrier d'alluvion déjà décrit et couvert d'une végétation discontinue présentant sur une quarantaine de mètres carrés recensés une grande uniformité apparente.

Les comparaisons effectuées entre deux mètres carrés contigus nous donnent des C. c. variant de 44 à 54 % ; si l'on compare entre elles des tranches de 6 m², le C. c. est de 50 % environ. Le nombre des espèces par mètre carré est de 8 à 13, soit en moyenne sensiblement le même que sur les localités II et III du pierrier d'alluvion sus-mentionné ; les espèces dominantes sont en partie les mêmes, c'est-à-dire *Anthyllis vulneraria*, *Epilobium Fleischeri*, *Gypsophila repens*, *Saxifraga aizoïdes.*

Sur les 28 espèces notées sur les 13 premiers mètres carrés de cet éboulis, 2 seulement, *Bartsia alpina* et *Daphne striata* manquent à l'alluvion, et cependant la composition florale élémentaire des deux stations est fort différente comme l'indique le tableau suivant :

Alluvion	Eboulis	Esp. communes	C. c.
Entre m² N° 21	et m² N° 1 (1)	2	14 %
Entre m² N° 35	et m² N° 10	4	24 %
Entre m² N° 36	et m² N° 13	4	25 %

Ni sur l'alluvion, ni sur l'éboulis, pas plus que sur les prairies dont j'ai fait le relevé floristique, je n'ai réussi à rencontrer deux mètres carrés et à plus forte raison deux surfaces d'étendue supérieure, *ayant absolument la même composition florale.* Un coefficient de communauté de 100 %, c'est-à-dire une identité complète de composition florale, ne pourrait s'observer que dans des stations pauvres en espèces, où des conditions écologiques extrêmement défavorables à la végétation agissent comme causes excluantes.

---

(1) Les m² comparés ont le même nombre d'espèces deux à deux, soit 8, 11 et 10.

C'est ce qu'on observe par exemple dans les bruyères très sèches ou sur les arêtes rocheuses des hautes Alpes. Le tableau suivant concernant la florule de l'arête de Sandgrat à 2.780 mètres illustre un cas de ce genre. Cette florule est constituée au total par 24 espèces dont 21 sont groupées sur 12 m², 16 sur 6 m², 10 à 12 sur 1 m².

TABLEAU N° 2

	Nom des espèces	Numéros des m² recensés											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*Alsine Cherleri*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2	*Arabis alpina*												×
3	*Androsace glacialis* ...										×		×
4	*Arenaria ciliata*				×	×	×	×				×	
5	*Cardamine alpina*								×				
6	*Chrysanthemum alpinum*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	× ×	×
7	*Cerastium uniflorum* ..	×	×										
8	*Cetraria islandica*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9	*Gentiana bavarica* ...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10	*Luzula spicata*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11	*Lloydia serotina*		×	×									
12	*Potentilla frigida*	×		×	×	×	×	×		×			×
13	*Poa alpina*	×	×	×						×	×	×	
14	*Ranunculus glacialis* .										×	×	
15	*Saxifraga exarata*	×	×	×	×	×	×	×			×		×
16	*Saxifraga Seguieri* ...			×					×				×
17	*Saxifraga oppositifolia*			×						×	×		
18	*Saxifraga bryoides*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
19	*Silene exscapa*	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×
20	*Siewertia reptans*									×	×	×	
21	*Thamnolia vermicularis*				×	×			×			×	
	Nombre des espèces par m²	11	11	13	11	11	10	10	10	10	12	12	11
	Coefficients de communauté	83 %			100 %		100 %		50 %		53 %		

6 espèces seulement, soit une sur 4, se rencontrent sur les 12 m² recensés, néanmoins les m² 4 et 5 occupés chacun par 11 espèces, ont une composition florale identique. Il en est de même pour les m² 6 et 7, ayant chacun 10 espèces ; entre 11 et 12 par contre, 6 espèces, soit 50 %, sont communes aux deux surfaces. Ceci nous montre que, même dans des stations chez lesquelles la rudesse du climat détertermine un maximum d'uniformité écologique, des changements très faibles soit de décivité, soit d'exposition, suffisent pour modifier le groupement élémentaire du petit nombre des espèces associées.

Nous voyons par exemple, d'après les relevés publiés par *E. Rübel* dans sa belle Monographie géobotanique du massif de la Bernina (1), que des sommets très voisins, occupés par un petit nombre d'espèces nivales, peuvent présenter de notables différences dans la composition de leur florule culminale, c'est ce qu'indique le tableau ci-dessous donnant le C. c. pour 6 stations culminales dans le massif de la Bernina :

1. Gemsefreiheit de	3.100 à 3.120	m. d'altitude ;	18 espèces.
2. Piz Vadred de	3.010 à 3.130	»	17 »
3. Surlejgrat de	3.122 à 3.140	»	20 »
4. Piz Lagalb de	? à 2.962	»	20 »
5. Piz Minor de	? à 3.052	»	11 »
6. Piz Rosatsch de	? à 2.995	»	11 »

Entre 1 et 2, 30 esp. distinctes, 5 esp. comm. C.c. = 17 %.
» 3 et 4, 24 » » 16 » » C.c. = 66 %.
» 5 et 6, 15 » » 7 » » C.c. = 45 %.

Les stations 1 à 6 possèdent *ensemble* une cinquantaine d'espèces distinctes.

6. — DEGRÉ DE FRÉQUENCE DES ESPÈCES

L'examen du tableau N° 1 nous montre que la fréquence des espèces associées sur le pierrier de Sandalp est extrêmement variable : trois espèces seulement, *Anthyllis vulneraria*, *Epilobium Fleischeri* et *Linaria alpina* se rencontrent sur plus de la moitié des mètres carrés recensés, 7 seulement sur 1/4 à 1/2 d'entre eux. La florule du pierrier de Sandalp comme celle des prairies de la zone alpine dont je me suis occupé jusqu'ici, est surtout constituée par des espèces n'apparaissant que sur une très petite portion de sa surface.

---

(1) E. Rübel : *Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes*, Leipzig, 1912, p. 221-223.

Les 51 espèces notées sur les 85 m² recensés (1) se partagent en *très fréquentes*, *fréquentes* et *peu fréquentes* ou *rares*, suivant qu'elles se rencontrent sur plus du tiers de la surface, sur moins du tiers mais plus du dixième, enfin sur moins du 1/10 de la surface qui nous occupe, soit sur moins de 8 m².

Le tableau N° 1 nous indique la répartition suivante : 27 espèces peu fréquentes ou rares, 17 espèces assez fréquentes et 7 très fréquentes. La proportion relativement considérable des espèces rares ou peu fréquentes vis-à-vis du petit nombre des espèces très fréquentes est, comme nous l'avons mis en évidence (2), l'une des particularités les plus frappantes des associations florales dans la zone alpine. Elle est un des facteurs essentiels de la diversité florale qu'on y rencontre et la conséquence de la grande diversité des variations écologiques élémentaires qui y règnent (3).

7. — COEFFICIENT GÉNÉRIQUE

J'ai montré (4) que, d'une façon générale, le Coefficient générique (C. g.), soit la proportion des genres pour 100 espèces, est en rapport avec la diversité des conditions écologiques et qu'il est *d'autant plus élevé que celles-ci sont plus uniformes.*

Or, les 70 espèces du pierrier de Sandalp appartenant à 51 genres, leur C. g. est de 73 %. Ce chiffre, très bas pour une aussi petite surface, nous indique que les conditions écologiques d'une pareille station sont plus variées qu'on pourrait le croire au premier abord.

Parmi les causes d'uniformité des conditions écologiques et par là d'élévation du C. g., interviennent en première ligne : 1° la sécheresse ; 2° les températures extrêmes, soit très basses soit très élevées ; 3° enfin la stérilité du sol résultant de sa constitution physico-chimique. Ce sont là des conditions restrictives dont peu d'espèces s'accommodent lorsqu'elles dépassent une certaine limite, mais qui, dans la mesure où elles permettent le développement d'un tapis végétal, élèvent régulièrement la valeur du C. g.

---

(1) Abstraction faite des 19 espèces * notées dans le voisinage.

(2) Lois de distribution, *loc. cit.*, p. 115.

(3) Nouvelles recherches, *loc. cit.*, p. 232.

(4) Lois de distribution, *loc. cit.*, p. 86.

A titre d'exemple, voici la liste des espèces notées le 31 mai 1909 sur 25 m² d'une prairie très sèche et maigre située au-dessus de Menaggio (lac de Come). Elle comprend 32 espèces herbacées appartenant à 31 genres différents, ce qui représente un C. g. de 97 %.

Anemone Hepatica.
Aquilegia vulgaris.
Astrancia major.
Bromus erectus.
Buphtalmum salicifolium.
Carex baldensis.
Crepis alpestris.
Coronilla Emerus.
Cyclamen europœum.
Potentilla alba.
Danthonia procumbens.
Euphorbia dulcis.
Erica carnea.
Festuca ovina capillata.
Genista germanica.
Globularia cordifolia.
Globularia Wilkommi.
Geranium sanguineum.
Gentiana acaulis.
Leontodon pyrenaicum.
Linum tenuifolium.
Lotus corniculatus.
Ophrys muscifera.
Orchis papilionacea.
Polygala pedemontana.
Peucedanum oreoselinum
Polygonatum multiflorum.
Rhammus saxatilis.
Sesleria cœrulea.
Thesium bavarum.
Tofieldia caliculata.
Vincetoxicum officinale.

Cette curieuse association d'espèces qui, généralement, occupent des stations fort différentes recouvre, sous des châtaigniers clairsemés, un sol peu profond dont la surface est lâchement tapissée de mousses et d'un court gazon de fétuques. Par-ci par-là se dressent quelques petits buissons d'*Amelanchier vulgaris* et de *Rhanmus frangula.* A l'exception des mousses et fétuques sus-mentionnées, aucune espèce n'est nettement dominante. L'élévation du C. g. est ici manifestement la conséquence de la sécheresse et de la pauvreté du sol. A titre de comparaison, rappelons que sur une surface de même étendue, soit sur 25 m², la prairie du Chasseron dont nous avons déjà parlé et qui repose sur sol frais et profond, nourrit côte à côte 66 espèces appartenant à 54 genres, ce qui correspond à un C. g. notablement moins élevé de 82 %.

8. — PIERRIERS ET STATIONS ROCHEUSES DES ALPES SUISSES

Divers travaux récents concernant la flore des pierriers et des rochers ont très bien mis en évidence la diversité des conditions écologiques de ces deux types de stations. M. Oettli, dans ses « Beiträge zùr Oekologie der Felsenflora aus dem Churfirsten-und Saentisgebiete » (1), désigne sous le nom de *Wurzelort*, soit *lieu d'enracinement*, les conditions particulières (nature, profondeur et humidité du terreau garnissant les fentes des rochers) qui permettent à la végétation de prendre pied sur les pentes rocheuses.

Il distingue ainsi 10 types principaux de « Wurzelorte » et 15 sous-types, auxquels correspond un nombre relativement faible d'espèces caractéristiques, mais qui, suivant l'altitude, l'exposition, la composition florale des associations voisines, la direction des vents dominants, etc., donnent asile à des groupements d'espèces très différents.

En comparant les florules de stations rocheuses très voisines, de superficie analogue, formées du même substratum et ne différant guère que par 50 à 100 mètres d'altitude ainsi que par leur degré d'inclinaison et leur exposition, on constate entre elles une communauté de 20 à 32 % seulement (2).

Cette diversité florale, conséquence de la diversité des conditions stationnelle locales, des « Wurzelorte » pour employer l'expression d'Oettli, marche de pair avec un Coefficient générique relativement bas, puisque les 65 espèces caractéristiques des stations rocheuses des Churfirsten et du Saentis appartiennent à 44 genres, ce qui correspond à un C. g. de 68 %.

Si à ces 65 espèces nous ajoutons les 157 espèces appartenant en propre aux autres stations du voisinage mais qui s'implantent occasionnellement dans les rochers, nous arrivons à un total de 222 espèces appartenant à 138 genres, soit à un C. g. de 62 %, au moins égal ou peut être supérieur à celui que fournirait une surface équivalente de prairie de la même région. A titre de comparaison, notons que les 237 espèces constituant la flore de la zone culminale du Jura méridional entre le Reculet et le Suchet, sur une étendue plus grande que celle envisagée par Oettli, fournissent un C. g. de 60 % (1).

---

(1) *Jahrbuch der St-Gallisch. Naturwiss. Gesellsch.* 1903, et *Dissertation de l'Université de Zurich.*

(2) Les stations comparées comptent de 20 à 40 espèces.

Partout où l'humidité et la lumière ne font pas défaut, on peut dire que l'élévation de la température annuelle *amplifie* les causes de variation, même les plus minimes existant dans le substratum, et d'une manière générale *accroît la diversité écologique*, et par suite la *richesse florale.*

On n'en saurait dire autant de la lumière, l'expérience prouvant que son influence est rapidement limitée par la faible proportion d'anhydrique carbonique contenue dans l'air.

Des conclusions semblables découlent des travaux de E. Hess (2), lequel distingue dans les pierriers de l'Albula 15 types de stations, caractérisés par la nature, calcaire, gneissique, schisteuse ou dolomitique de leurs matériaux, ainsi que par leur mode de formation et l'altitude qu'ils occupent. Les 55 espèces que Hess considère comme caractéristiques pour les pierriers du territoire qu'il étudie appartiennent à 35 genres différents, ce qui correspond à un C. g. de 64 %, chiffre comparable à celui obtenu par Oettli pour la flore des rochers d'un district d'étendue analogue.

⁂

En résumé, l'*étude que nous venons de faire de la distribution florale dans les pierriers et les stations rocheuses nous permet de conclure que les lois de distribution que nous avons établies à propos des prairies de la zone alpine, s'appliquent également à la végétation discontinue des formations ouvertes de la même région.*

(A suivre).

---

(1) P. Jaccard. Distribution florale dans une partie des Alpes et du Jura. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, vol. 37, 1901, p. 570.

(2) E. Hess : Ueber die Wuchsformen der alpinen Gerœllpflanzen. *Dissert. Université de Zurich*, 1909, et *Beihefte Bot. Centralblatt*, Bd. XXVII, Abt. 2, Heft. 1.

Dans les pierriers du fond du vallon du Pont de Nant, sur calcaire néocommien entre 15 et 1900 mètres d'altitude, Ufford distingue également de nombreux types stationnels locaux, chacun caractérisé par une association particulière. Malgré la faible étendue effective de ces pierriers, et l'uniformité géologique de leur substratum, les 78 espèces caractéristiques qui les occupent appartiennent à 66 genres, ce qui correspond à un C. g. de 84 %.

(Voir *Q van Ufford.* Etude écologique de la flore des pierriers. *Dissertation de l'Université de Lausanne*, 1909).

SUR L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES POILS DES PLANTES (1)

Par M. François KÖVESSI

I. — APERÇU HISTORIQUE

D'après nos connaissances actuelles, les plantes ont deux façons différentes de s'emparer des substances nutritives azotées : elles empruntent cet azote au sol ou à l'air.

Peuvent être considérées comme sources d'azote pour les plantes, les substances suivantes :

1. Les détritus animaux ou végétaux qui, étant tombés sur le sol, se décomposent et se trouvent ainsi à la disposition des plantes; de même les combinaisons azotées qui se forment dans les explosions électriques, les courants électriques, l'évaporation, etc., à l'état d'acide nitrique, de nitrates, d'ammoniaque, de carbonate d'ammoniaque, etc., et qui arrivent dans le sol par les météores aqueux.

2. Les combinaisons azotées que les plantes prennent, le cas échéant, directement dans l'air, ainsi que l'azote libre de l'air, que, soit les sels du sol, soit les parties de plantes mortes ou les organismes vivants s'assimilent pendant leur fonctionnement vital.

Parmi ces différentes formes de l'azote absorbé, notre étude se bornera exclusivement à l'assimilation faite par les plantes de l'azote libre de l'atmosphère. Nos connaissances actuelles concernant cette question peuvent se résumer de la manière suivante :

Déjà en 1771, Priestley (2) pensa à l'utilisation par les plantes de l'azote libre de l'air et même il affirma, sans le moindre doute, que certaines plantes sont capables d'absorber et de retenir l'azote contenu dans l'atmosphère. Plus tard Ingenhousz (1) étendit cette théorie à toutes les plantes, tandis qu'en 1804, Th. de Saussure (2), ayant refait plus soigneusement les expériences des deux chercheurs précédents, constata que, dans les plantes soumises aux expériences, on ne pouvait observer aucune absorption d'azote. Senebier et Woodhouse (3) arrivèrent au même résultat et c'est ainsi que cette dernière opinion prévalut dès lors.

---

(1) Recherches exécutées à l'Institut de botanique et de physiologie végétale de l'Ecole supérieure des Mines et des Forêts de Selmeczbánya (Hongrie).

2) *Annales Sciences agronomiques*, 1909, 3^e^ série, tome I, 2^e^ fasc., p. 103.

Boussingault (4) fut le premier qui examina systématiquement cette question. Il remarqua que des terrains agricoles très rarement fumés, et même des forêts, des pâturages, etc., qui ne le sont jamais, ne perdent pas pour cela leur capacité productive, quoique le sol subisse une perte importante d'azote assimilé par les plantes, ou enlevé par l'exploitation agricole ou par les pluies : c'est pourquoi il pensa que les plantes tiraient de l'air l'azote dont elles avaient besoin.

Boussingault, dans ses expériences faites de 1837-1838 avec le Trèfle, le Pois, le Blé et l'Avoine, remarqua qu'il y avait peu d'assimilation d'azote dans le Trèfle et le Pois, tandis que pour le Blé et l'Avoine, il ne put rien constater. Ayant répété plusieurs fois ses expériences, il arriva à ce résultat final que les plantes ne peuvent utiliser l'azote de l'air.

G. Ville (5) arriva à un résultat contraire à celui de Boussingault. Il put montrer dans ses expériences une assimilation d'azote. Cependant, devant cette allégation, Lawes, Gilbert et Pugh (6), Mène (7), Hartig (8), Cloez et Gratiolet (9) ainsi que Bretschneider (10) confirmèrent par leurs expériences les résultats de Boussingault ; selon eux, les plantes mises en expérience ne peuvent pas absorber l'azote en liberté dans l'air, et, si les expériences de G. Ville méritent la confiance, l'absorption de l'azote doit être attribuée à des causes inconnues.

---

(1) Ingenhousz : *Expériences sur les végétaux*, tome II, p. 146.

(2) Th. de Saussure : *Recherches chimiques sur la végétation*, 1804.

(3) *Annales Sciences Agronomiques*, 1909, 3^e série, tome T, 2^e fasc., p. 104.

(4) Boussingault : *Annales de Chimie et de Physique*, 1838, 2^e série, vol. LXVII. — *Annales des Sciences naturelles*, 1854 4^e série, vol. I, p. 241 et 1855, 4^e série, vol. IV, p. 32. — *Agronomie chimique, agricole et physiologique*, 1860, vol. I, p. 1.

(5) G. Ville : *Recherches expérimentales sur la végétation*, 1853. — *Comptes Rendus*, 1852, vol. XXXV, p. 462, 1854, vol. XXXVIII, p. 703 et p. 723, plus tard aussi en 1855. — *Nouvelles recherches sur la végétation*, 1853 et 1857. — La production végétale et les engrais chimiques.

(6) Lawes, Gilbert et Pugh : *Philosoph. transact.*, 1862, vol. CLI, p. 431.

(7) Mène : *Comptes Rendus*, 1851, vol. XXXII, p. 180.

(8) Hartig : *Comptes Rendus*, 1855, vol. XLI, p. 942.

(9) Cloez et Gratiolet : *Annales de chimie et de physique*, 1851, 3^e série, vol. XXXII, p. 41.

(10) Bretschneider : *Jahresb. d. Agriculturch*, 1861-1862, p. 123.

Berthelot (1) eut le premier mérite dans la résolution de cette question difficile. Il réussit à démontrer en 1885 *que la richesse du sol en azote dépend des Bactéries vivant dans ce sol.* Il prouva par des expériences que, par suite du travail commun *des Bactéries* et *des Algues*, pendant un temps relativement court, le contenu en azote d'une certaine quantité de terrain avait augmenté de 10 à 25 milligr.

En outre, après Berthelot, dans cette question intéressante et de grande importance, beaucoup d'autres chercheurs exécutèrent de nouvelles expériences précises, parmi lesquels il faut citer : Bréal (2), Vinogradsky (3), Schlœsing et Laurent (4), Beyerinck (5), Deherain et Demoussy (6), Gauthier (7), Lutz (8), Varmbold (9), Viesner (10), Suchting (11), Montemertini (12), etc. S'appuyant sur leurs résultats, ils prouvèrent à l'unanimité que les remarques, les examens et la théorie de Berthelot reposent sur des bases solides.

---

(1) Berthelot : *Comptes Rendus*, 1885, vol. CI, p. 175, Tacke, *Landw. Jahrb.*, 1889, vol. XVIII, p. 453. — Frank : *Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen*, Berlin, 1890. — Kossowitsch : *Bot. Zeit.*, 1894, p. 112.

(2) Bréal : *Annales agronomiques*, tome XIV, p. 490.

(3) Winogradsky : *Annales de micrographie*, 1896, p. 78.

(4) Schlœsing et Laurent : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892, vol. VI.

(5) Beyerinck : Ueber oligonitrophile Microben, *Centralblatt f. Bact.*, tome VII, p. 561.

(6) P. Dehérain és Demoussy : *Annales Agronomiques*, tome XXVI, p. 169. — P. Dehérain : *Traité de chimie agricole*, Paris, Masson, 1902, p. 127-128.

(7) Gauthier : *Comptes Rendus*, 1897, p. 1205.

(8) Lutz : *Microorganismes fixateurs d'azote* (Coulommiers, Imprimerie P. Brodard, 1904).

(9) Warmbold : Untersuchungen über die Biolog. stickstoffbindender Bacterien, *Inaug.-Dissert.*, Gottingen, 1905.

(10) J. Wiesner : Die biologische Bedeutung des Laubfalles. *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, vol. XXIII, 1905, p. 172.

(11) H. Suchting : : Die Assimilation des freien atmosphärischen Stickstoffs im toten Laub der Waldbäume. *Amstbl. d. Ladnw. Kammer f. Kassel in Hannover — Land-und Forstw. Ztg*, 1905.

(12) Dott. Luigi Montemertini : La fissazione dell' azoto atmosferico durante a decomposizione delle foglie cadute dagli alberti (Estrato dal Periodico « *Le Station sperimentali agrarie italiane*, 1905, vol. XXXVIII, fasc. 10, 11, 12, p. 1060-1065.)

Cependant, nous devons remarquer ici que ces expériences et les conséquences qui s'ensuivent se rapportent exclusivement aux *microorganismes*, c'est-à-dire aux Bactéries vivant dans le sol, mais non aux plantes d'un ordre plus élevé. Aussi les résultats de Boussingault et de ses disciples ne tranquillisaient-ils pas les esprits; d'autre part les cultivateurs, déjà depuis de Pline (1), regardaient le Trèfle, la Luzerne, etc., en un mot, les Légumineuses, comme amendeurs du sol; et ils croyaient si bien dans leur expérience, qu'au temps de Boussingault, ils arrangeaient leur assolement suivant cette idée.

Ils voyaient parfaitement que le Blé semé après la Luzerne se développait beaucoup mieux, même si la terre n'avait pas été fumée, tandis que le Blé ne venant pas après la Luzerne nécessitait une terre fortement fumée pour arriver à un résultat semblable. Et pourtant avec la Luzerne, qu'on fauche plusieurs fois, on enlève au sol beaucoup plus d'azote qu'avec les différentes céréales.

Ces faits demeurèrent longtemps incompréhensibles, lorsqu'en 1886, au Congrès d'histoire naturelle de Berlin, Hellriegel (2), fit connaître le résultat de ses recherches, à savoir que les plantes de la famille des Légumineuses, telles que les genres et les espèces des Mimosées, des Césalpiniées, des Papillionacées étaient capables d'atteindre leur développement complet et même d'accumuler autour d'elles des quantités considérables d'azote, dans des terrains stériles et fumés seulement au moyen de matières minérales, si certaines *nodosités* se développaient sur leurs racines. *Ces faits étaient dus à la présence de bacilles vivant* (3) *en symbiose avec la plante dans l'intérieur des cellules. Sans ces bacilles, la plante ne peut pas mettre en œuvre l'azote en liberté dans l'atmosphère*; *avec leur concours, elle s'assimile l'azote de l'air et emploie cet azote combiné à sa nutrition propre.*

---

(1) Plinius : *Historia naturalis*, livre 18, cité par M. Jost : *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 1908.

(2) Hellriegel : Unters. uber d. Stickstoffnahrung d. Gramineen u. d. Leguminosen, 1888, *Bericht. d. Bot. Gesellsch.*, 1889, p. 138. — *An. Agron.*, tome XIII, p. 330. — *Ann. agron.*, tome XV, p. 5.

(3) De Bary : *Die Erscheinuung der Symbiose*, Strassburg, 1879.

Déjà Hellriegel avait reconnu et décrit clairement ces microorganismes dont nous parlons; mais plus tard, Beyerinck et Frank les étudièrent avec plus de détails. Ils les nommèrent, l'un, *Bacillus radicicola* (Beyerinck), et l'autre, *Rhisobium leguminosarum* (Frank).

Plus tard Hellriegel confirma, par de nouveaux examens, cette découverte capitale, et ensuite, travaillant avec Wilfart (1), il publia les résultats de ses grandes recherches qui éclairèrent définitivement la question et prouvèrent que les bacilles vivent en saprophytes dans le terrain et de là se mettent sur les racines des plantes qui se développent.

Bréal (2), en 1888, contrôla les expériences de Hellriegel et de Wilfart. Il confirma leurs découvertes et il trouva de nouveaux faits qui certifient, d'une manière définitive que *les bactéries du sol s'établissent sur les plantes de la famille des Légumineuses, y produisent des modifications et sont capables de retenir l'azote de l'air, qui sert ensuite à la nourriture des plantes.*

Dans les années suivantes, plusieurs chercheurs s'occupèrent de fixer exactement la question. Tels furent : Praznowski (3), Schlœsing et Laurent (4), Nobbe (5), Hiltner (6), Beyerinck (7), Petermann (8), qui, au cours de leurs expériences, virent que, si l'on stérilise le terrain et qu'on y sème des graines stérilisées, il ne se développe pas de nodosités, qu'il n'y a pas d'assimilation d'azote, et *qu'en de telles circonstances, les Légumineuses ne sont pas plus capables de retenir en elles l'azote que n'importe quelle plante n'appartenant pas à la famille des Légumineuses.*

En 1892, Schlœsing et Laurent (9) prouvèrent par des expériences bien réglées que les Légumineuses que l'on a cultivées dans un lieu clos ont absorbé une quantité considérable de l'azote libre de l'air. Par l'analyse chimique, on a retrouvé cet azote dans l'organisme des plantes cultivées. Au contraire, en faisant les expériences avec des plantes n'appartenant pas à la famille des Légumineuses, on n'a observé aucune absorption d'azote.

---

(1) Hellriegel és Wilfart : *Berichte d. Bot. Ges.*, 1889, p. 141. — *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, tome I, p. 84-350.

(2) Bréal : *Annales de la Science agronomique*, tome XIV, p. 490.

(3) Praznowski : *Versuchsstat*, 1891, vol. XXXVIII, p. 5.

(4) Schloesing et Laurent : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892, vol. VI, 65 és 827.

(5) Nobbe : *Versuchsstat*, 1893, vol. XLII, p. 467; 1894, vol. XLV, p. 155; 1896, vol. LVII, p. 266.

(6) Hiltner : *Versuchsstat*, 1896, vol. XLVI, p. 160.

(7) Beyerinck : *Bot. Zeitung*, Leipzig, 46, 725, 1888, 48, 725, 1890.

(8) Petermann : *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1893, 3e série, vol. XXV, p. 67. — *Recherche de chimie et de physiologie*, 1894, vol. II, p. 256.

(9) Schlœsing és Laurent : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892.

En face de ces résultats, Frank (1), en 1893, s'appuyant sur ses expériences, prétend que l'Avoine, le Colza, etc., et, en général, les plantes non Légumineuses sont capables, en certains cas, d'absorber de l'azote; d'où il tire ensuite cette conséquence que toutes les plantes peuvent assimiler l'azote gazeux. Cependant, comme Frank a fait ses expériences dans un terrain non stérilisé, il n'est pas improbable que les bactéries découvertes par Berthelot (2) ont opéré la fixation de l'azote. Petermann (3) ayant pris connaissance des expériences de Frank faites sur des plantes n'appartenant pas à la famille des Légumineuses, certifia, il est vrai, qu'on ne peut montrer une absorption d'azote dans un terrain stérilisé. Des expériences postérieures que firent Aeby (4), Pfeiffer et Franke (5) sur la Moutarde, etc., prouvèrent décidément que cette plante ne peut pas s'assimiler l'azote de l'air. Donc, toutes les expériences sérieuses prouvent que seules les Légumineuses s'assimilent l'azote libre, si les Bactéries en question vivent sur leurs racines en symbiose.

Maintenant se présente la question suivante : Les Bacilles peuvent ils retenir l'azote en liberté si l'on met à leur disposition une autre matière nutritive convenable ? Les savants ont fait sur cette question bien des expériences intéressantes; en 1888, Beyerinck (6), en 1891, Prazmowsky (7), puis Laurent (8), en 1892,

---

(1) Frank : I. *Bot. Zeitung*, 1893, p. 139; II. Unters über d. Ernährung d. Pflanze mit Stickstoff, 1888; III. Pilzsymbiose d. Leguminosen, 1890; IV : Die Assimilation d. freien Stickstoffes, 1892. — Frank : *Lehrb. d. Bot.*, 1892, p. 563.

(2) Berthelot : *Comptes Rendus*, 1885, vol. CI, p. 175.

(3) Petermann : *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1893, 3e série, vol. XXV, p. 267. — *Recherche de chimie et de physiologie*, 1894, vol.II, p. 265.

(4) Aeby : *Versuchsstat.*, 1896, vol. XLIV, p. 438.

(5) Pfeiffer és Frank : *Versuchsstat*, 1896, vol. XLIV, p. 117, et 1887, vol. XLVIII, p. 418.

(6) Beyerinck : *Bot. Zeitg.*, 1888, p. 798.

(7) Prazmowsky : *Versuchsstat*, XXXVIII, p. 55.

(7) Laurent : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1891, vol. V, p. 136.

Frank (1), en 1893, Berthelot (2), en 1896, Stutzer (3) ont reconnu que le *Bacillus radicicola*, à l'état de culture pure, ne peut absorber qu'une très petite quantité d'azote de l'air, d'où l'on tire cette conséquence que ces Bacilles ne sont capables de retenir l'azote que dans l'intérieur des plantes et en vivant avec elles en symbiose.

Plus tard, en face de ces expériences, en 1897, Mazé (4) proclama ses résultats selon lesquels il a réussi à découvrir une assimilation considérable d'azote dans une culture pure des Bacilles vivant hors des nodosités des racines des Légumineuses. Dans un bouillon de Haricot additionné de sucre et d'amidon il a trouvé, en un cas, une assimilation de 47,5 milligrammes d'azote et, dans toutes ses expériences, la quantité d'azote assimilé était toujours proportionnelle à la quantité de sucre absorbé par les Bacilles. Ces expériences de Mazé prouvent bien que, dans le processus de l'assimilation de l'azote, les bacilles ont le premier rôle et que, dans la vie symbiotique, les bacilles reçoivent des Légumineuses les hydrates de carbone absolument nécessaires au fonctionnement de la vie; ils leur donnent, en échange, la matière nutritive azotée.

Cette découverte de Mazé, d'après laquelle les *Bacillus radicicola* vivant dans les nodosités sont capables d'une grande assimilation d'azote lorsqu'ils sont en culture pure, sur un terrain convenable, ne doit surprendre personne. En effet, ce cas, parmi les Bactéries, n'est pas le seul. Nous avons fait remarquer plus haut que Berthelot (5) a prouvé en 1885 la faculté d'assimilation d'azote des bactéries du sol; plus tard, en 1893, Vinogradsky (6) a réussi à cultiver la bactérie du sol anaérobie appelée *Clostridium Pasteurianum*, qui, pendant le fonctionnement biologique est capable d'assimiler une si grande quantité d'azote qu'il n'y a pas besoin d'une combinaison azotée d'une autre origine. Plus tard, en 1901, Beyerinck (1) en découvrit quelques-uns, qu'il rapporte au genre *Azotobacter* (*Azotobacter choococcum*, etc.). Puis Kruger et Schneidewind, puis Gerlach et Vogel (2) vérifièrent la capacité d'assimilation de l'azote des Bactéries aérobies.

---

(1) Frank : Die Assimilation des freien Stickstoffes, 1892, p. 44.

(2) Berthelot : *Annales de chimie et de physique*, 1893, 6e série, vol. XXX, p. 426.

(3) Stutzer : *Centralblatt f. Bacteriologie*. 1896. 2, Teil, vol. II, p. 669.

(4) Mazé : Evolution de carbone et de l'azote, p. 69. — *Annales de l'Institut Pasteur*, 1897, vol. XI, p. 44 et 1898, vol. XII, p. 1 et 128.

(5) Berthelot : *Comptes Rendus*, 1885, vol. CI, p. 175.

(6) Winogradsky : I. *Comptes Rendus*, 1893, vol. CXVI, p. 1385; II. *Id.*, 1894, vol. CXVIII, p. 353; III. *Archives des sciences biologiques de l'Institut de Médecine de Saint-Pétersbourg*, 1895, vol. II, p. 297.

De même Haselhoff et Bredemann (3) (1906) découvrirent dans le sol d'autres bactéries assimilatrices d'azote; ensuite Pringsheim (4) (1906), Kentner (5) (1904) et Benecke (6) (1907) en découvrirent aussi dans la mer.

Ainsi donc, tous ces faits démontrent clairement la capacité d'assimilation de l'azote par les Bacilles vivant dans les nodosités des racines des Légumineuses, ainsi que par les Bactéries du sol susnommées.

Cependant cette singulière faculté de ces microorganismes ne semble pas n'appartenir qu'à eux seuls parmi les organismes inférieurs, car plusieurs chercheurs ont trouvé des champignons à mycélium qui, vivant seuls ou en symbiose avec d'autres plantes, jouissent aussi de la faculté de s'assimiler l'azote de l'air.

Déjà en 1866, ainsi donc bien avant la découverte de Hellriegel, Woronin (7) a trouvé sur les minces racines des *Alnus* des nodosités semblables à celles des racines des Légumineuses.

De même plus tard Warming (8) décrit des formations semblables sur les Eléagnacées; l'existence de ces formations a été constatée en 1885 par Brunchorst (9) et Möller (10), par Frank (11) en 1887, et par d'autres plus tard. En 1896 Janse (1) déclara qu'il avait trouvé des tubercules semblables sur les racines des *Podocarpus*.

---

(1) Beyerinck : Ueber oligonitrophile Microben, *Centralblatt f. Bact.*, tome VII, 1901, p. 561.

(2) Gerlach és Vogel : *Centralblatt fur Bacteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten*, II. Abt. Bd. IX, 1902, p. 817-821, et 882-892.

(3) Haselhoff u. Bredemann : *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, Berlin, 35, 381, 1906.

(4) Pringsheim : *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*, Iéna, II, 16, 795, 1906.

(5) Kentner : *Wiss. Meeresunters.* (N. F.), 8, Kiel, 1904.

(6) Benecke : *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft*, Berlin, 25, 1, 197.

(7) Cfr. Woronin : *Mémoire de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1866 et les années suivantes.

(8) V. Tubeuf : *Pflanzenkrankheiten*, 1895, p. 117.

(9) Brunchorst : Ueber die Knöllchen an den Wurzeln von Alnus und Elaeagnaceen. *Botanisches Centralblatt*, 1885, XXIV, p. 222-224. — *Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft*, Bd., III, 1885, p. 241-257.

(10) Möller : *Ber. d. Deutschen Bot. Ges.*, 1885, és 1890.

(11) Frank : *Ber. d. Deutschen bot. Ges.*, 1887, 1889 puis *Lehrbuch der Botanik*, 1892, I. B. pp. 268 et 561.

Ayant examiné ces petits tubercules Woronin, Mœller, Frank et d'autres plus tard prouvèrent très bien qu'ils sont produits par des Bacilles des Légumineuses et les *Bactéries du sol, ils sont aptes à l'assimilation de l'azote de l'air atmosdhérique. Ils vivent en symbiose avec les plantes et nourrissent par une alimentation azotée la plante qui est leur hôte.* Nobbe (5) et Hiltner (6) se basant sur leurs expériences, affirment la même chose des *mycorhizes endotrophes* vivant sur les racines des *Podocarpus*.
champignons qui nommés *mycorhizes*, furent vivant en symbiose avec les racines et dont les mycélium vivent dans les tissus des plantes. Parmi eux, Woronin a nommé *Frankia Alni* le champignon qui vit sur les racines de l'*Alnus*. Dans ces derniers temps, Nobbe (2), Hiltner (3), etc., ainsi que d'autres chercheurs ayant travaillé en commun (4), ont prouvé, au sujet des champignons vivant sur les racines des *Alnus*, des *Elœagnus*, des *Hippophaœ*, que, comme les

Ils rappellent, en outre, les modifications causées par les *mycorhizes ou les Bactéries*, puis les tubercules sur les racines des Orchidées (7) *Cycas*, *Myrica*, *Rhinanthus*, *Datisca*, *Isopyrum*, *Ceanothus*, dont la nature cependant n'est pas connue parfaitement encore aujourd'hui. Plus récemment, les mêmes faits ont été observés sur les racines (1910) des Pommiers, des Poiriers, des Cerisiers, des Pruniers, des Abricotiers, etc. (1).

---

(1) Janse : *Annales du Jardin botanique Buitenzorg*, 1896, vol. XIV, p. 66.

(2) Nobbe, Schmidt, Hiltner és Hotter : Ueber die physiologische Bedeutung der Wurzelknöllchen von Elaeagnus angustifolius. Mittheilungen aus der Pflanzenphysiologischen. *Versuchstation Tarand. — Die Landwirtschaftliche Versuchsstation*, Bd. XLI, 1892, p. 138. — Nobbe : *Versuchsstation*, 1894, vol. XLC, p. 155.

(3) L. Hiltner : Ueber die Bedeutung der Wurzelknöllchen von Alnus glutinosa fur die Stickstoffernährung dieser Pflanze, *Landw. Versuchsstation*, Bd. 46, 1895, Heft 2-3, p. 153-161.

(4) P. Nobbe und L. Hiltner : Ueber das Stickstoffsammlungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen, *Naturw. Zeitschrift f. Land-und Forstw.*, Ig., 2, 1904, p. 366.

(5) F. Nobbe und L. Hiltner : Die endotrophe Mykorhiza von Podocarpus und ihre physiologische Bedeutung. *Die Landw. Versuchsstation*, Bd. 51, 1899, p. 241 és 244.

(6) Hiltner: Beiträge zur Mykorhiza Frage Naturwissenschaftliche. *Zeitschr. f. Land-und Forstw.*, Bd. I, 1903.

(7) Bernard N. : *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 140, 1272, 1905.

Bernard N. : *Revue générale de botanique*, 16, 405, 1904.

Plusieurs chercheurs mettent en évidence, dans le groupe des champignons, les espèces aptes à l'assimilation de l'azote. En 1895, Puriewitsch (2) fit connaître le résultat de ses expériences; selon lui, le *Penicillium glaucum* et l'*Aspergillus niger*, tout comme le *Clostridium* sont capables de s'assimiler l'azote libre de l'air. Frank (3), Berthelot (4), Sestini et Del Torre (5), Jodin (6), partagent la même opinion pour ces plantes et quelques autres champignons. Au contraire, Winogradsky (7) ne trouve pas d'assimilation d'azote avec l'*Aspergillus*. Selon ses résultats communiqués en 1907, Frölich (8) certifie que le *Penicillum glaucum* et l'*Aspergillus niger* ne sont pas aptes à l'assimilation de l'azote. Au contraire, selon lui, l'*Altenaria tenuis Ness*, le *Macrosporum commune Rabh.*, l'*Homodendron clasdorsporoides Sece*, ainsi que le *Cladosporium herbarum Link* sont des assimilateurs d'azote.

Parmi les plantes inférieures nous devons citer les Algues, que Frank (9), Schlœsnig et Laurent (10), Molish (11), etc. considèrent aussi comme microorganismes assimilateurs de l'azote. Cependant, d'autres savants, en particulier Kossowitsch (12), Bouilliac (13), etc., s'appuyant sur leurs expériences, prétendent que les Algues en culture pure ne sont pas aptes à l'assimilation de l'azote; mais, en présence des Bactéries du sol, elles reprennent cette faculté, de sorte qu'on peut dire qu'il n'est pas improbable qu'il y ait ici un cas de symbiose, dans lequel les Algues vertes contenant de la chlorophylle donnent des hydrates de carbone aux Bactéries, qui leur fournissent en échange un aliment azoté. Mais dans la question de l'assimilation de l'azote, les Bactéries jouent ici le rôle principal.

---

(1) Boulet : Sur les mycorhizes endotrophes de quelques arbres fruitiers. *Comptes Rendus Ac. S.*, Paris, p. 1190-1192, 1910.

(2) Puriewitsch : *Ber. d. bot. Ges.*, 1895, p. 343.

(3) Frank : *Bot. Zeitg.*, 1893, p. 146. — *Landwirth. Jahrb.*, 1892, vol. XXI, p. 6.

(4) Berthelot : *Annales de chimie et de physique*, 1893, 6e série, vol. XXX, p. 427.

(5) Sestini et del Torre : *Versuchsstat.*, 1876, vol. XIX, p. 8.

(6) Jodin : *Comptes Rendus*, 1862, vol. LV, p. 612.

(7) Winogradsky : III. *Archives des sciences biologiques de l'Institut de Méd. xpérimentale de Saint-Pétersbourg*, 1895, vol. II, p. 350.

(8) Frölich : Stickstoffbindung durch einige auf angestorbenen Pflanzen häufige Hyphomyceten. *Jahrb. für Wiss. Botanik.*, XLV, p. 257-304, 1908.

(9) Frank : *Bot. Zeitg.*, 1892, p. 146.

(10) Schloesing et Laurent : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892, vol. VI.

(11) Molisch : *Wiener Akad.*, 1895, vol. CIV, I, p. 793.

(12) Kossowitsch : *Bot. Zeitg.*, 1894, p. 112.

(13) Bouilliac : *Annales Agronomique*, tome XXIV, p. 579.

Le mécanisme de l'assimilation de l'azote par les Bactéries n'est encore trouvé nulle part jusqu'ici, parce qu'il est difficile de jeter un coup d'œil dans le processus compliqué chimico-physiologique de ce phénomène. Du reste, cet essai ne rentre pas dans le cadre de ce travail. On peut en trouver quelques données dans Vinogradsky (1), Beyerinck (2), Lutz (3), Warmbold (4) qui s'y intéressèrent et en donnèrent dans leurs ouvrages des détails assez importants.

« Quoi qu'il en soit, dit M. Pfeffer (5), les bactéries fixatrices d'azote, là où elles fonctionnent, déterminent une accumulation d'azote, avantageuse même aux plantes, qui n'assimilent pas l'azote libre. C'est ce qui se passe pour les plantes supérieures, qui ont donné jusqu'ici des résultats négatifs et, parmi elles, les Légumineuses, en exceptant le cas de symbiose avec les bactéries des nodosités. Dans tous les résultats contraires, le gain d'azote doit être attribué à la fixation accomplie par les organismes du sol ».

Résumant, après la citation de toutes ces données, l'état de la littérature actuelle, nous devons conclure que, selon la certitude des recherches accomplies, *certaines Bactéries du sol et les Bacilles vivant sur les racines des plantes supérieures, ainsi que les Champignons, sont les agents qui, soit vivant en symbiose, soit indépendants, sont aptes à fixer l'azote libre de l'air. Au contraire les plantes supérieures sont incapables de fixer l'azote libre sans le concours des microorganismes.*

(1) Winogradsky : *Annales de Micrographie*, 1896, p. 78.

(2) Beyerinck : Ueber oligonitrophile Microben. *Centralblatt f. Bact.* t., VII, 1901, p. 561.

(3) Lutz : Microorganismes fixateurs d'azote. Coulommiers, imprimerie P. Brodard, 1904.

(4) Warmbold : Untersuchungen über die Biologie stichsstoffbindender Bacterien. Ein Beitrag zur Kenntnis der Veranderungen im Stickstoffgehalte des bebauten Ackerbodens. *Inaug. Diss.*, Göttingen, 1905. — Ref. : *Bot. Zeitg.*, 1906, II, 118.

(5) Pfeffer : *Pflanzenphysiologie*, Leipzig, 1897, I. Bd., p. 386, traduction française par J. Friedel : *Physiologie Végétale*, I, V, p. 393.

II. — THÉORIE DE JAMIESON SUR L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES POILS DES PLANTES

Une seule idée, développée dans le chapitre historique, régnait sur l'assimilation de l'azote par les plantes quand Jamieson surprit le monde par une théorie nouvelle et toute opposée.

Il fit connaître (1) pour la première fois son idée en 1905, et renouvela cette communication (2) en 1906. Dans ces lignes, il repousse *complètement* les résultats de Hellriegel et autres savants, selon lesquels les Légumineuses seraient aptes à l'assimilation de l'azote par la symbiose avec les Bacilles ou, qu'en général, les Bactéries seraient aptes à fixer l'azote libre de l'air ; il prétend qu'ici la plante seule et indépendante est capable d'accomplir cette fonction à l'aide des poils destinés spécialement à cet acte.

« Comme on le verra, dit M. Jamieson, j'ai étudié des plantes appartenant à des familles très différentes ; dans tous les cas, j'ai trouvé qu'il y avait des organes spéciaux qui, visiblement, assumaient d'une façon plus ou moins efficace, la fonction d'absorber l'azote de l'air et de le transformer en albumine (3). »

Selon Jamieson, ces organes qui fixent l'azote libre de l'air, sont les poils des plantes et, parmi eux, ceux surtout dont l'extrémité est plus grosse, qu'il appelle *poils spécialisés, producteurs d'albumine* et que l'on nomme généralement en botanique *poils glanduleux.* L'auteur cite plusieurs plantes sauvages ou cultivées, qu'il a étudiées ; telles sont : *Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Urtica dioïca*, *Sinapis arvensis*, *Ranunculus repens*, *Rumex acetosella*, *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, *Vicia faba*, Colza, Betterav, Avoine, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, Trèfle rouge, *etc.*

Il examina ces poils et il fixa comme criterium d'assimilation : si ces poils *donnent ou non la réaction de l'albumine.* S'il ne voyait pas se produire la réaction de l'albumine dans les jeunes poils, il en concluait que l'assimilation de l'azote n'avait pas commencé; si, dans les poils moyens, il apercevait une forte réaction, c'était pour lui le signe d'une forte assimilation d'azote; dans les vieux poils, s'il ne voyait pas de réaction, alors il en concluait que la fixation de l'azote était achevée. « Afin d'éviter les répétitions, dit-il, je dirai une fois pour toutes que, pour déceler la présence de l'albumine et la vérifier, j'ai eu recours à trois réactifs différents :

---

(1) Th. Jamieson : Utilisation of nitrogen in air by plants. *Agricultural Research Association*, Glastemberry, Milltimber by Aberdeen, en Ecosse, 1905, 81, p. 1-81, fig. 12, traduction française : *Annales de la société des sciences agronomiques française et étrangère*, 3e série, 1906, tome I, fasc. I, p. 61-132.

(2) En anglais, sous le même titre, dans la même série de communications, mais dans le cours de 1906, comme suite de l'article précédent. Traduit en français : *Annales sciences agronomiques française et étrangère*, 1907, tome I, p. 1-46.

(3) *Annales sciences agronomiques*, 3e série, 1906, p. 91.

1° L'iode, qui colore l'albumine en brun;
2° Le sulfate de cuivre et la potasse qui la colorent en violet;
3° Le nitrate de mercure et la chaleur, qui la colorent en rouge.

L'application de ces trois réactifs, dans chaque cas, ne m'a pas laissé de doute sur la présence de l'albumine dans les cas où je la signale par la suite (1). »

Il serait superflu de citer les détails des observations et des publications étendues de Jamieson, parce que sa méthode est la même partout, et je l'ai indiquée plus haut. C'est pourquoi il vaudra mieux que je cite ses propres paroles résumant toutes ses études :

« Dans toutes les plantes étudiées, dit-il, nous avons constaté qu'il existe des organes qui absorbent l'azote libre de l'air et le transforment en albumine. »

« Les plantes étudiées représentent dix-sept familles de caractères botaniques très différents, comprenant les plantes les plus tendres et les plus dures. On peut donc en induire qu'il existe des organes analogues chez toutes les plantes. » (2)

« Le nombre de ces organes, leur nature et leur aptitude à exercer leur fonction varie considérablement d'une plante à une autre; en particulier, les Monocotylédones, comme les céréales et les Graminées, par exemple, sont très mal douées au point de vue de la fixation de l'azote. »

« La forme de ces organes varie beaucoup aussi : petites saillies obtuses, cônes ou pyramides, massues, cornes munies de renflements, ou simple amincissement de l'épiderme, etc.; mais, en général, ils affectent la forme de longs poils segmentés et toujours bordés extérieurement par un canal étroit. On doit ranger dans la même catégorie les poils glanduleux, dont on a constaté l'existence sur un certain nombre de plantes et dont on ne paraît pas avoir pressenti la véritable fonction. »

---

(1) *Annales sciences agronomiques*, 3e série, 1906, p. 91.

(2) *Annales sciences agronomiques*, 3e série, 1906, p. 122.

« Ces organes que j'appelle des « producteurs d'albumine», dit M. Jamieson, ne se montrent, en général, que sur les parties tendres des feuilles toutes jeunes ou de leur pétiole; au début de leur formation, *ils ne contiennent pas d'albumine*; lorsque les organes sont complètement développés, la production d'albumine commence; le poil se remplit et parfois se gorge d'albumine; cette condition dure un certain temps; l'albumine est ensuite évacuée, d'abord sous forme liquide par les canaux latéraux, plus tard, sous une forme plus solide par la partie centrale de l'organe spécial; cet organe est alors plus ou moins vidé; ayant accompli sa fonction, il devient plus ou moins flasque, puis se détruit. »

« Les plantes qui sont aptes à fixer beaucoup d'azote n'ont pas besoin d'engrais azotés, pourvu qu'elles trouvent au début de leur croissance des conditions favorables et puissent développer vigoureusement leurs producteurs d'albumine (1) ».

Dans sa deuxième publication, qui parut un peu plus tard, en 1906, en anglais, et en 1907 en français, Jamieson se proposa pour but de confirmer la théorie publiée dans ses premières études au moyen de documents basés sur l'analyse chimique et de préciser au moyen de données exactes la fixation d'azote des plantes (*Ann. Sc. Agr.*, 1907, T. I. p. 1). Il s'efforce de produire des preuves montrant que les poils producteurs d'albumine se trouvent dans des plantes où l'on ne s'attendait pas du tout à les voir : par exemple, dans les arbres des forêts, et aussi bien dans les arbres à feuilles molles que dans ceux à feuilles dures. Il désire prouver que, dans les jeunes feuilles, la quantité d'azote est plus grande que dans les autres parties de la plante, et enfin il donne les preuves de sa théorie appuyées sur les analyses chimiques et les examens chimiques qu'il a faits sur les plantes.

« Parmi les arbres que j'ai étudiés récemment, dit M. Jamieson, le Sycomore m'a fourni des résultats particulièrement intéressants, parce qu'ils confirment, de la façon la plus nette, l'une de mes constatations antérieures, à savoir qu'au début de leur développement, les poils spéciaux ne contiennent pas d'albumine; puis, l'albumine se forme peu à peu, augmente en quantité, jusqu'à ce que l'organe en soit gorgé, et finalement elle est évacuée et se répand dans la circulation de la plante ».

---

(1) *Annales sciences agronomiques*, 3^{e} série, 1906, p. 122 et 123.

« Il était intéressant de vérifier ce fait par l'analyse; si ma théorie était exacte, on devait trouver dans les jeunes feuilles une proportion d'azote plus élevée que dans les feuilles adultes. J'ai fait des analyses et voici les résultats que j'ai obtenus :

	jeunes feuilles	feuilles adultes
Sycomore	5,08 p. %	3,42 p. %
Pomme de terre	6,69 p. %	4,95 p. %

« On voit que la proportion d'azote dans les jeunes feuilles est notablement supérieure à celle trouvée dans les feuilles adultes; la différence est de 35 % dans la Pomme de terre et de 49 % dans le Sycomore.

Il est intéressant aussi de noter la forte proportion d'azote contenue dans les feuilles...... Quand on considère la feuille seule, on constate qu'elle est l'organe de la plante qui contient le plus d'azote (1). »

L'auteur prouve son dire par les analyses de Wolff, qu'il cite dans un tableau.

Ensuite Jamieson donne toutes ses preuves, parmi lesquelles ses essais de culture et ses analyses chimiques peuvent nous intéresser.

Il a fait les essais de culture suivants :

I. Dans une culture aqueuse sans fournir une dose alimentaire d'azote, avec l'*Hydrocharis Morsus-ranæ* et l'*Azolla caroliniana.*

II. Dans une culture aqueuse, en donnant une dose alimentaire d'azote, avec le *Stellaria media* et le *Mimulus.*

III. Dans le sol, en donnant beaucoup de matière alimentaire brute azotée, avec le *Lepidium sativum* et le Colza.

Dans ses expériences, il a employé une méthode chimique précise. Il a analysé par les procédés chimiques ordinaires les graines, l'eau employée à la culture, les sels nutritifs, le sol et, à la fin de l'expérience, il a dosé l'azote fixé dans les plantes. C'est ainsi qu'il a conclu à l'assimilation de l'azote par les données qu'il a acquises. Dans sa description, il communique ses travaux et expose en détail le procédé qu'il a suivi pour obtenir ces données et, en outre, il publie un tableau résumant tous ces résultats.

---

(1) *Annales sciences agronomiques*, 3e série, 1907, p. 2 et 3.

Selon ces expériences, Jamieson démontre que, pendant la croissance, il y a eu fixation d'azote, *qu'il attribue au fonctionnement « des poils destinés spécialement à cet usage » et c'est ainsi qu'il pense avoir prouvé l'exactitude de sa théorie.*

III. — RECHERCHES DE ZEMPLÉN ET DE ROTH SUR LA FIXATION DE L'AZOTE DES ARBRES FORESTIERS

Pendant l'automne de 1908, Géza Zemplén et Jules Roth publièrent toute une série d'expériences pour essayer de prouver la théorie de Jamieson (1). Leur étude suit en tout la méthode de ce dernier auteur; la seule différence est que, tandis que les examens de Jamieson portent sur les plantes de grande culture et sur quelques arbres forestiers, les auteurs ci-dessus étendent leurs études aux plus grands arbres et surtout à 31 espèces appartenant au sous-groupe des *Angiospermes* et à 7 espèces appartenant à celui des *Gymnospermes*.

« Dans nos expériences, disent les auteurs, nous avons suivi les méthodes de Jamieson, en employant les mêmes réactifs, bien connus d'ailleurs (2)...... ».

« En somme, chez les Angiospermes, les organes fixant l'azote, réagissent, dans la plupart des cas, fortement et d'une manière décisive avec les liqueurs dont on se sert habituellement pour démontrer la présence de l'albumine ».

« Ces organes sont le plus souvent des poils d'un développement très curieux et analogues entre eux. La forme typique est une tête multicellulaire terminant une queue articulée..... En employant les réactifs convenables, ces organes prennent un coloris caractéristique, d'où il nous est permis de conclure qu'ils possèdent plus d'albumine que le tissu principal et le reste de la plante (1) ».

---

(1) Dr. Zemplén Géza és Roth Gyula. Adatok az erdei fák nitrogénfelvételéhez. Erdészeti kisérletek. Selmeczbánya, 1908, X, évf. 1. 2. A közlemény mellett 14 tábla kép van. Contributions à l'absorption de l'azote par la forêt. *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 93-112.

(2) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 97.

« En résumant les expériences faites avec les Gymnospermes, nous voyons, d'après les auteurs, que les Gymnospermes ne sont pas aussi favorables à la recherche des organes absorbant l'azote. Ni la forme, ni la réaction des poils ne sautent aux yeux comme les formations correspondantes des Angiospermes. Les organes en question se présentent ordinairement sous la forme de poils simples ou articulés, et nous ne les trouvons que rarement en forme de massues (*Picea*, *Pinus*)..... ».

« Pour que les résultats de l'étude morphologique puissent nous servir à des conclusions ultérieures, il nous fallait être éclairés sur le taux d'azote des plantes en question...... ».

« Dans ce but nous avons dosé d'abord l'azote des feuilles et puis l'azote des jeunes branches, en nous servant, comme Kjeldahl l'a fait, d'exemplaires desséchés à 105° c. (2)..... ».

Les résultats des dosages de l'azote sont représentés dans les tableaux des auteurs.

« Les Angiospermes, contiennent, selon ces données, en général 3,09 % d'azote. Cette haute valeur est vraisemblablement en rapport avec la circonstance que les organes en forme de massue réagissent d'une manière très nette et plus fortement aux réactifs de l'albumine que les poils des Gymnospermes. »

« *L'Ilex aquifolium* nous fournit une donnée bien intéressante. Parmi les autres feuilles que nous avons étudiées, c'est l'*Ilex aquifolium* qui possède le moins d'azote. Peut-être pouvons-nous expliquer ce fait par le caractère de cette espèce qui, comme la plupart des Gymnospermes, ne perd pas ses feuilles; peut-être amasse-t-elle de l'azote durant toute l'année, et c'est pour cela qu'elle possède la plus petite quantité d'azote. Il est aussi certain que, par rapport à la petite quantité d'azote qui s'y trouve, on n'a pas encore réussi à y observer des poils assimilateurs (3) ».

« D'après ces données, on peut fixer la quantité d'azote des feuilles des Gymnospermes à 1,81 % en général, ce qui est bien au-dessous du taux de l'azote des Angiospermes. C'est peut-être par cette faible proportion d'azote, que nous pouvons nous expliquer ce fait que les organes respectifs sont plus difficiles à trouver (1).

---

(1) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 100.
(2) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 101.
(3) *Erdészeti Kisérlelek*, X, 1909, p. 108.

« Il est curieux que le *Larix europœa* et le *Gingko biloba*, étant des arbres à feuilles caduques, possèdent aussi une plus grande quantité d'azote, de même que la plupart des arbres feuillus ».

« Dans quelques cas, lorsque les poils fixateurs étaient relativement grands, nous en avons dosé l'azote. Il est dommage qu'il nous était impossible de choisir parmi ceux sur lesquels les réactifs agissaient le mieux; mais à cause de difficultés techniques, nous ne pouvions nous occuper que des poils de *Corylus*, *Juglans*, *Robinia*, qui étaient faciles à séparer des autres parties de la plante ».

« Le résulat prouve que la teneur en azote des massues est plus grande que celle des autres parties de la plante ».

« Chez le Noisetier.... le taux de l'azote a dépassé celui de la pousse, ... Quant au Robinier *(Robinia hispida)*..... le maximum de l'azote se trouvait dans la gousse avec les grains en développement; il y en avait moins dans les feuilles et dans les pousses ».

« Chez le *Juglans regia*, la plus grande quantité de l'azote se trouvait dans les poils en forme de massue; dans l'enveloppe extérieure, il y en avait beaucoup moins,..... Le maximum d'azote était dans le pédoncule du fruit (2) ».

« Nos propres expériences et nos études, dont nous parlions ci-dessus, confirment, pour la plupart, les opinions de M. Jamieson. »

« La fixation de l'azote est prouvée par la fonction physiologique, dont Jamieson (3) a déjà parlé et que nous avons observée, nous aussi ».

« La massue jeune, qui n'est pas encore développée, ne réagit que faiblement ou pas du tout. Dans cet état de développement, elle n'a pas encore commencé à fonctionner, partant, elle ne peut pas encore contenir assez d'albumine ».

« A l'état adulte, la réaction est la plus vive; mais ordinaire ment seulement dans la tête de la massue, ou dans sa partie supérieure. — C'est du moins à ce niveau que la réaction est la plus nette ».

« Après avoir dépassé l'état adulte, les parties supérieures ne réagissent que peu ou pas du tout. Et ce ne sont que les parties moyennes et inférieures qui prennent de la coloration et enfin les massues ne réagissent plus du tout ».

---

(1) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 108.
(2) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 111.
(3) *Idem*, p. 110.

« La supposition que l'albumine est communiquée à la massue par les tissus ne correspond pas au procédé mentionné ci-dessus; car, sans cela, la coloration devrait se présenter à la partie inférieure de la massue, qui est en t ain de se développer, tandis que nous ne trouvons ce phénomène que dans les massues qui ont dépassé leur état adulte, et que c'est dans la partie supérieure que la faculté de réagir se produit, et c'est de là qu'elle se répand dans les tissus de l'arbre (1) ».

« Des trois données mentionnées, la plus précieuse est celle que nous devons au fruit (grand comme une noisette) du *Juglans regia.* La plus grande quantité de l'azote se trouvait dans les poils en forme de massue; dans l'enveloppe extérieure, il y en avait beaucoup moins; cependant nous en avons trouvé davantage dans les parties intérieures du fruit, bien que pas autant que dans les massues. Le maximum d'azote était dans le pédoncule du fruit ».

« *L'explication n'en peut être que celle-ci : les formations extérieures — les poils — produisent l'albumine; c'est donc là que — dans cet état de développement — la plus grande quantité en est amassée. Puis, après avoir passé par l'enveloppe verte, elle s'amasse dans les parties les plus intérieures du fruit, et, avec le temps, elle s'y trouverait sans doute dans une si grande quantité qu'elle dépasserait la teneur en azote des poils* ».

« *Si nous passons en revue tout ce que nous venons de dire, nous sommes persuadés que — quoique nous ne voyions pas encore clair dans tous les détails — c'est la théorie de* Jamieson *qui va l'emporter; ce sont évidemment les poils et les massues en question qui produisent l'albumine des plantes, et ce sont ces organes qui font profiter les plantes de l'immense quantité d'azote se trouvant dans l'air* (2) ».

---

(1) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 110-111.

(2) *Erdészeti Kisérletek*, X, 1909, p. 111-112.

IV. — REMARQUES SUR LES RECHERCHES D'ASSIMILATION DE L'AZOTE DE JAMIESON, DE ZEMPLÉN ET DE ROTH

Pendant que, suivant les méthodes de Jamieson, Zemplén et Roth publiaient leurs travaux, à l'automne de 1908, les faiblesses de cette théorie m'apparurent. C'est pourquoi j'ai jugé nécessaire de publier mes remarques sur ce sujet. Elles ont paru sous le titre de « *Észrevételek...* »*(Remarques...)* dans la livraison XXII^{e} du « *Erdésreti Lapok* » *(Journal forestier hongrois)*, à l'automne de 1908, page 999-1112. A cause du manque de place, il m'est impossible de faire connaître en détail ces explications. Il suffit de dire ici que, me basant sur les faits actuellement connus, j'ai essayé de prouver que les procédés d'investigation de Jamieson, de Zemplén et de Roth, ainsi que les conséquences qu'ils en tirent, sont erronés.

En effet, ces auteurs ont exécuté une partie de leurs recherches par le procédé michrochimique, de telle sorte qu'ils se sont efforcés de fixer la quantité variable d'azote antérieure et subséquente supposée dans les parties de plantes, *au microscope et d'après la coloration produite par les réactifs.*

Cependant les parties de plantes n'étaient pas égales, mais d'âges différents, de grandeurs différentes, d'épaisseurs différentes et les groupes de cellules se composaient d'un nombre de cellules différent. La conséquence de l'emploi de ce procédé a été que les quantités d'albumine entrant en réaction n'étaient pas égales et ne pouvaient avoir, dans le champ du microscope, une coloration d'intensité égale. La conséquence naturelle de ce procédé a donc été d'induire les chercheurs en erreur. Ce surplus d'azote qu'ils regardent comme augmentation de la fixation de l'azote doit être rapporté simplement à la différence de développement inhérente à l'âge de la cellule.

Un autre procédé de ces auteurs fut de soumettre à l'analyse chimique toutes les parties des arbres et de déterminer le contenu d'azote, selon Kjeldahl par les poils recueillis séparément sur les feuilles séparément dans les pétioles et sur les jeunes branches, de même que dans des parties diverses de plantes. Leurs analyses ne prouvent pas ce qu'ils veulent prouver.

Leurs données montrent que, dans l'unité de poids des poils en forme de massues, il y a proportionnellement beaucoup d'albumine, tandis que, dans les autres organes, les branches surtout, il y en a moins. Zemplén et Roth regardent comme les plus intéressants leurs résultats au sujet de la noix et s'expriment ainsi : « *Le plus grande quantité de l'azote se trouvait dans les poils en forme de massue*; *dans l'enveloppe extérieure, il y en avait beaucoup moins..... Le minimum d'azote était dans le pédoncule du fruit* (1) ».

Cependant ces données ne prouvent pas que les poils en forme de massue ont fixé cet azote que l'analyse chimique décèle; mais elles montrent seulement que si nous mesurons plusieurs unités de poids dans diverses parties de plantes, la distribution en poids de l'albumine n'est pas en proportion égale.

Nous savons, et le microscope nous le montre clairement, que les parois de cellulose des cellules des poils sont très minces, que les parois des cellules des jeunes tissus, par exemple des feuilles, sont déjà plus épaisses et que les parois cellulaires des pousses ligneuses sont encore plus épaisses; réciproquement, si nous pesons un poids égal de ces matières, l'unité de poids, dans les poils, aura moins de cellulose et plus de protoplasma; dans les feuilles plus de cellulose et moins de protoplasma, tandis que dans les pousses ligneuses, on trouvera le plus de cellulose et le moins de protoplasma.

Nous voyons les mêmes caractères dans les feuilles elles-mêmes. Dans les Gymnospermes à feuilles caduques, par exemple le *Larix*, le *Gingko*, dont les jeunes feuilles sont molles à cause de la minceur des parois de cellulose, l'unité de poids contient moins de cellulose et plus de protoplasma que dans les feuilles toujours vertes des *Abies*, *Picea*, *Cedrus*, *Tuya*, *Pinus*, etc., dans lesquels les parois cellulaires plus riches en cellulose sont aussi plus épaisses et donnent la partie du poids la plus grande.

Il en est de même dans les Angiospermes où l'on a trouvé dans l'*Ilex* toujours vert le moins d'azote, parce que les parois dures et épaisses de cellulose des cellules, qu'on voit bien au microscope, ont donné la partie la plus importante du poids mesuré, tandis que le protoplasma contenant l'azote était la plus petite quantité.

Zemplén et Roth prouvent exactement par leurs analyses, ce que nous venons de dire. Cependant elles ne donnent aucun éclaircissement sur la question de savoir si les cellules des plantes ont pris l'azote observé, dans l'air, ou si elles l'ont reçu du sol. Ainsi donc les poils des plantes ne prouvent pas la fixation de l'azote par eux, et n'apportent aucune nouvelle donnée pour éclaircir cette question.

---

(1) *Erdészeti Kisérleteck*, X, 1909, p 111.

V. — DISCUSSION SUR L'ORIGINE DU CONTENU AZOTÉ DES POILS DES PLANTES

Après la publication de mes *Remarques*....., Zemplén et Roth (1), ainsi que Jamieson (2), répondirent à mes objections. De leur part, ce fut surtout une guerre de phrases. Ils n'ont publié ni de nouvelles expériences ni de nouvelles preuves. L'exposé des détails de cette discussion rencontre de grandes difficultés ; il m'est en effet impossible de citer leurs articles en détail à cause de leur grande étendue ; de plus, il m'est très difficile d'en faire des extraits, parce que je ne sais pas quelles sont celles de leurs objections qu'ils regardent comme les plus importantes. Je renvoie donc le lecteur qui désire être documenté d'une manière complète sur ce sujet, aux articles originaux eux-mêmes.

VI. — ÉPREUVE DÉCISIVE DE LA THÉORIE DE JAMIESON AU SUJET DES ORGANES FIXATEURS D'AZOTE DES PLANTES

J'ai répondu par des faits expérimentaux, parus dans la IV^e livraison du « *Erdészéti lapok* » le 15 février de l'année 1909, aux objections de Jamieson, Zemplén et Roth, élevées au cours de la discussion entamée avec moi, à propos de l'origine du contenu d'azote dans les poils végétaux. Dans ce travail, j'ai dû, avant tout, préciser exactement ce dont il s'agit, pour pouvoir, en m'appuyant sur des faits, déterminer convenablement ma méthode expérimentale.

Les recherches ont décelé — écrit M. Jamieson — dans son chapitre sur le *Spergula arvensis* et cité par M. Zemplén, dans « l'*Erdészéti lapok* » — 1° *qu'il n'y a pas d'albumine au moment de la formation du poil, lorsque celui-ci n'est encore qu'une pointe de chlorophylle*

---

(1) Zemplén Géza és Roth Gyula. Adatok az erdei fák nitrogénfelvételéhez *Erdészeti Lapok.*, 1909, febr. 1, XLVIII, évfolyam, III, füzet., 97-117. lap.

(2) Th. Jamieson. Válasz d. Kövessi Ferencz « Észrevételeire », *Erdészeti Lapok*, 1909, febr. 15, IV, IV, füzet., XLVIII, kötet. 200-207. lap.

verte faisant saillie; — 2° *qu'au moment même où il achève son complet développement, il ne renferme pas d'albumine*; — 3° *qu'il commence aussitôt à en former et se remplit complètement d'albumine* (1).

Il est évident que cela est erroné, car il n'existe pas, et il ne peut pas même exister de cellule vivante manquant de protoplasma, formé d'albumine. Pourtant ce passage n'est pas un effet du hasard dans les dissertations de Jamieson, mais, au contraire, *un axiome qui de plus est le point culminant de sa théorie, puisqu'il s'en sert toujours pour argumenter.* C'est cet axiome qu'il fait ressortir dans chacune de ses descriptions de réactions végétales les plus importantes et les mieux détaillées, comme dans celles des plantes suivantes : *Spergula arvensis* (2), *Stellaria media* (3), *Vicia sativa* (4), *Brassica napus* (Navet Turnip) (5), Colza (6), *Urtica dioica* (7)..... Naturellement, les expressions ne sont pas toujours les mêmes, mais le sens de l'exposé reste toujours le même, et c'est : « *qu'il n'y a pas d'albumine au moment de la formation du poil* ». L'albumine n'existe pas dans le poil à sa formation, elle n'apparaît que quand ce poil a subi le contact de l'air (8). Et même finalement, Jamieson résume son assertion et l'étend à toutes les plantes étudiées (9).

Zemplén et Roth, qui dans leurs recherches ont suivi les méthodes de Jamieson, se sont placés au même point de vue que lui. Dans leurs travaux, ils prétendent que « *la massue jeune, qui n'est pas encore complètement développée, ne réagit que faiblement ou pas du tout. Dans cet état de développement, elle n'a pas encore commencé à fonctionner ; par conséquent, elle ne peut pas encore contenir assez d'albumine* » (10).

Cette définition ne couvre pas complètement le point de départ de Jamieson, mais au cours de la polémique, leur point de vue formel est que : *dans le cas présent, il s'agit de l'albumine que la cellule a acquise par elle-même. Il est vrai qu'en ce sens, il n'y a vraiment pas encore d'albumine dans les jeunes cellules, car ce peu qui, au commencement, est dans le protoplasma, ne montre pas de réaction, ou seulement à peine perceptiblement, et elle n'en a pas encore fixé de nouvelle* (1).

---

(1) *Erdészeti Lapok*, 1908, XIII, füzet, 662, lap. 18-22 sér. française : *Annales sciences agronomiques*, 1906, tome I, p. 94.

(2) Ph. Jamieson : *Annales de la Science Agronomique*, Oct. 1906, tome I, pages 94-95, 7-1 lignes de bas.

(3) *Idem*, p. 97, 22-29 lignes de haut.

(4) *Idem*, p. 107, 19-22 lignes de haut.

(5) *Idem*, p. 108, 3-1 lignes de bas et p. 109, 1-4 lignes de haut.

(6) *Idem*, p. 111.

(7) *Idem*, p. 101.

(8) *Idem*. 1906, tome I, p. 94 et 97.

(9) *Idem*. 1906, tome I, p. 123 et chapitre 894-897

(10) *Erdészeti Kisérletek*, 1908, X, p. 110.

Finalement, il est important de faire savoir qu'au cours de la polémique, Jamieson, Zemplén et Roth sont arrivés à la conclusion suivante : « *Les poils contiennent si peu d'albumine avant leur fonctionnement qu'il est impossible de la montrer à l'aide des réactifs* (2).

Il est très naturel que, s'il est vrai que l'albumine n'existe pas dans le poil spécialisé lors de sa formation, et n'apparaît que « *quand ce poil a subi le contact de l'air, dont il absorbe l'azote et le transforme en albumine* » (3) ou, s'il est vrai « *qu'il y a si peu d'albumine dans le poil avant son fonctionnement que l'on ne peut le démontrer à l'aide des réactifs* » (4), alors tout le monde comprendra que, sur les plantes investies des qualités dont il s'agit, il ne se formera pas de poils, ou, s'il s'en forme, ils ne devront pas montrer les réactions de l'albumine — iode, Millon, biuret, — que les auteurs en question ont établi comme criterium dans le cas où on les élèverait dans des gaz exempts d'azote. Il est évident que, s'il se développe quand même des poils sur les plantes élevées dans un milieu privé d'azote et si ces poils montrent une réaction analogue à celle des poils élevés dans l'air, alors l'albumine qui s'y trouvera ne peut provenir de l'azote libre de l'air mais seulement de la plante elle-même. C'est-à-dire qu'en ce cas, l'assertion de Jamieson et de ses adeptes, au sujet des organes fixateurs d'azote, est erronée.

J'ai commencé mes expériences se rapportant à ce sujet déjà au mois de novembre de l'année 1908. J'ai fait des expériences avec du Blé, de l'Orge, du Seigle, etc.; avec des plantes ligneuses : *Robinia pseudoacatia* L., *Robinia hispida* L., *Acer Platanoides* L., *Juglans regia* L., *Carya alba Null*, *Aesculus Hippocastanum* L., etc. Pour les expériences faites avec des plantes agricoles, j'ai semé des graines; pour celles faites avec des plantes ligneuses, j'ai planté des boutures.

---

(1) *Erdészeti Lapok*, 1909, III, p. 98 l. 9-5.
(2) *Erdészeti Lapok*, 1909, IV, p. 207 l. 19-23.
(3) *Loc. cit.*
(4) *Loc. cit.*

J'ai élevé ces plantes dans des vases en verre pouvant être hermétiquement fermés (1). En fait de terrain, j'ai employé du sable quartzeux de mer, lavé par les acides, les alcalis et par de l'eau distillée. Comme substance alimentaire, j'ai employé la solution de Crone. De ce terrain alimentaire, il n'a pu s'échapper aucun gaz d'azote, comme l'ammoniaque ou autres produits azoteux, qui auraient pu être contenus dans l'air du vase. C'est dans de telles conditions de culture, que j'ai placé les boutures des arbres et les graines des plantes ci-dessus nommées. Après avoir hermétiquement fermé les vases, j'en ai vidé l'air avec la pompe pneumatique et ensuite je les ai remplis d'oxygène, obtenu électrolytiquement. En répétant trois fois de suite la raréfaction et le remplissage par l'oxygène, j'ai privé l'air de l'appareil de tout l'azote, de telle sorte qu'il n'y en est pas resté de trace. Au cours de l'expérience, j'ai eu soin de faire continuellement passer par l'appareil un courant d'oxygène produit par 2-3 ampères, pour que ce fort courant d'oxygène entraînât avec lui l'azote qui, par hasard, aurait pu s'y former. Assitôt que les plantes ont commencé à se développer et à verdir, je leur ai fourni de l'acide carbonique, afin de pourvoir à l'assimilation. Pour contrôler constamment l'expérience, j'ai conduit les gaz s'échappant de l'appareil dans des flacons laveurs dont les premiers contenaient de l'eau distillée et les autres, de l'hydroxyde de potassium. J'ai ensuite recherché dans ces liquides l'ammoniaque à l'aide des réactifs de Nessler. Pour reconnaître la présence ou l'absence de l'azote libre, j'ai employé la méthode de Chavendisch, c'est-à-dire que j'ai essayé de brûler, à l'aide d'une étincelle électrique de 15 cm., l'azote mêlé à l'oxygène qui aurait pu, par hasard, s'y trouver. Ensuite j'ai conduit ce gaz dans la solution hydratée de potasse pure, puis dans une solution d'acide sulfurique, pour que ces solutions absorbassent les produits oxydés de l'azote. Puis j'ai examiné ces solutions à l'aide des réactifs connus actuellement pour les plus sensibles, et j'ai trouvé que l'atmosphère de mes vases à culture était complètement exempte des produits azoteux, qui aurait pu les infecter.

En manière de contrôle, j'ai élevé les plantes nommées plus haut d'une façon analogue, avec la différence que je leur ai laissé subir le contact de l'air.

A la fin de l'expérience, après avoir ouvert les vases, j'ai récolté rapidement les plantes à examiner et les ai plongées dans des réactifs tout prêts, puis je les ai examinées au microscope.

---

(1) Voir plus en détail *Erdészeti Lapok*, 1909, IV (en hongrois).

Le résultat de ces expériences fut le suivant :

1° *Les poils des plantes cultivées soit à l'air libre, soit dans des milieux privés d'azote, se développent exactement de la même manière; il en est de même des poils spéciaux étudiés par* MM. Jamieson, Zemplén et Roth.

2° *Les poils pris sur des organes du même âge et également développés produisent dans les deux cas, avec les réactifs cités plus haut, des résultats semblables.*

3° *L'expérience démontre donc d'une manière évidente que l'azote des substances albuminoïdes décelées par ces réactifs ne provient pas de l'azote de l'air* (1).

Zemplén et Roth ont fait des objections à ces expériences et à leurs résultats (2). Ils ont dit que dans mes expériences, l'atmosphère des vases à culture n'était pas complètement privée d'azote, de sorte que les poils spécialisés, grâce à leur grande capacité assimilatrice, ont pu fixer même ce peu d'azote. Ils ont dit aussi que les poils ont subi le contact de l'azote de l'air quand l'appareil a été démonté et quand la réaction a été accomplie « les poils des plantes élevées dans un milieu différent se comportent absolument de la même manière ». Cependant, je dois considérer ces objections comme n'ayant qu'un caractère de polémique, puisqu'elles ne contiennent pas de données expérimentales se rapportant au sujet.

Dans l'intervalle, plusieurs savants hongrois et étrangers ont émis leur avis se rapportant aux résultats des recherches de Jamieson, Zemplén et Roth. Ainsi Magócsy-Dietz Sándor (3) et Bernátsky Ienö (4), puis E. Henry (5) et L. Kny (6), Molliard (7) ont aussi émis leurs doutes vis-à-vis de la théorie Jamieson et ont confirmé mon opinion basée sur les résultats cités plus haut.

(A suivre).

---

(1) F. Kövessi : Sur la prétendue utilisation de l'azote de l'air par certains poils spéciaux de plants. *Comptes Rendus*, 1909, série 5, tome CXLIX, p. 52.

(2) *Erdészeti Lapok*, 1908, VII, p. 374.

(3) Mágócsy-Dietz Sándor : A növények táplálkozása, tekintettel a gazdasagi növényekre, *Budapest Term. társulat kiadása*, 1908, 377, lap.

(4) *Erdészeti Lapok*, 1909.

(5) E. Henry : Sur une théorie nouvelle de la captation de l'azote atmosphérique par les plantes. *Annales sciences agronomiques*, 1909, 1 és fasc., p. 128.

(6) Kny : Die physiologische Bedeutung der Haare von Stellaria media. *Der. deutsch. Bot. Gés.*, XXVII, p. 9, 532-535, 1909.

(7) Molliard : Recherches sur l'utilisation par les plantes supérieures de diverses substances organiques azotées. *(Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1910, 57, 541).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

C. HOUARD. — **Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée.** (Tome III. [Supplément 1909-1912]; Herman et fils, éditeurs; prix 10 francs).

Les travaux cécidologiques contenant la description de galles nouvelles, indiquant des hôtes nouveaux ou précisant la nature des parasites, qui ont été décrits de 1909 à 1912, sont si nombreux que M. HOUARD a dû faire paraître un supplément au considérable ouvrage qu'il a publié il y a trois ans.

L'auteur indique dans son introduction que « l'ouvrage renferme treize cents galles environ, donne plus de cinq cents noms de cécidozoaires dont beaucoup sont de description récente et signale treize cents substrats végétaux nouveaux ».

La lecture des volumes aurait été rendue pénible et très difficile si, dans ce supplément, on avait dû recourir continuellement aux tomes précédents et si on s'était trouvé en présence de *numéros bis* et *ter* en ayant à intercaler telle espèce nouvelle entre deux espèces anciennes.

M. HOUARD, dont la clarté est une des préoccupations constantes, a évité toute confusion en faisant de ce supplément le Tome III de ses « *Zoocécidies* », qui commence à la page 1259 par le numéro 6240 et qui se termine par le numéro 7556. Pourtant, en tête de chaque famille végétale sont indiqués en petits textes les noms nouveaux de Cécidozoaires s'appliquant à des galles décrites dans les Tomes I et II; le numéro d'ordre de ces galles se trouvant vis-à-vis des noms de cécidozoaires, il est facile de compléter les indications anciennes.

On retrouve dans ce tome III toutes les qualités qui ont contribué au succès de l'œuvre de M. HOUARD, même texte concis, mêmes dessins remarquables. L'auteur et l'éditeur ont apporté le même soin méticuleux à l'impression : la diversité des caractères et leur heureuse disposition permettent de distinguer pour ainsi dire d'un seul coup d'œil le nom de l'hôte, celui du cécidozoaire, la position de la galle, sa description et les indications bibliographiques.

René VIGUIER.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce la mort, à l'âge de 56 ans, du Professeur Henri POTONIÉ, qui occupait la chaire de Paléobotanique de l'Université de Berlin.

⁂

On annonce le décès, à l'âge de 62 ans, de M^{lle} Marguerite BELÈZE, connue pour ses investigations sur la flore des environs de Paris, particulièrement dans la région occidentale. M^{lle} Belèze a décrit de nombreuses formes nouvelles de Phanerogames et de Cryptogames. L'ensemble de ses travaux avait été couronné, il y a quelques années, par l'Académie des Sciences.

Lille. — Imp. PLATEAU & Cie.   Le Gérant, Ch. PIETERS.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Etranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, *professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.*

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud directeur-adj. à l'Ecole des Hautes-Etudes.
Colin, (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier

Flot docteur ès sciences.

Fockeu, professeur à l'Université de Lille.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès sciences.

Gatin, docteur ès sciences, préparat. à la Sorbonne.

Goldberg. docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard. membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Heckel, prof. à l'Université de Marseille.

Henry, prof. à l'École forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, prof. au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), prof. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'École de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'École des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, prof. à l'Univ. de Besançon.

Maige, professeur à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, prof. à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (O^{ve}), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, professeur à l'Institut agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.

Prunet prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), doct. ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Téodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon

Trabut, prof. à l'École de médec. d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observat. du Mont-Blanc.

Van Tieghem, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de Conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin prof. à la Faculté de méd. de Nancy.

Warming, prof. à l'Univ. de Copenhague.

Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

LILLE.—IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. Pierres.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Février 1914

N° 302 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1914

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1914

I. — ÉTUDE COMPARATIVE DE LA DISTRIBUTION FLORALE DANS QUELQUES FORMATIONS TERRESTRES ET AQUATIQUES (*suite*), par **M. Paul Jaccard**. . . 49

II. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 79

L. Petri. — Ricerche sulle cause dei deperimenti delle Viti en Sicilia.
Sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti delle Vite.

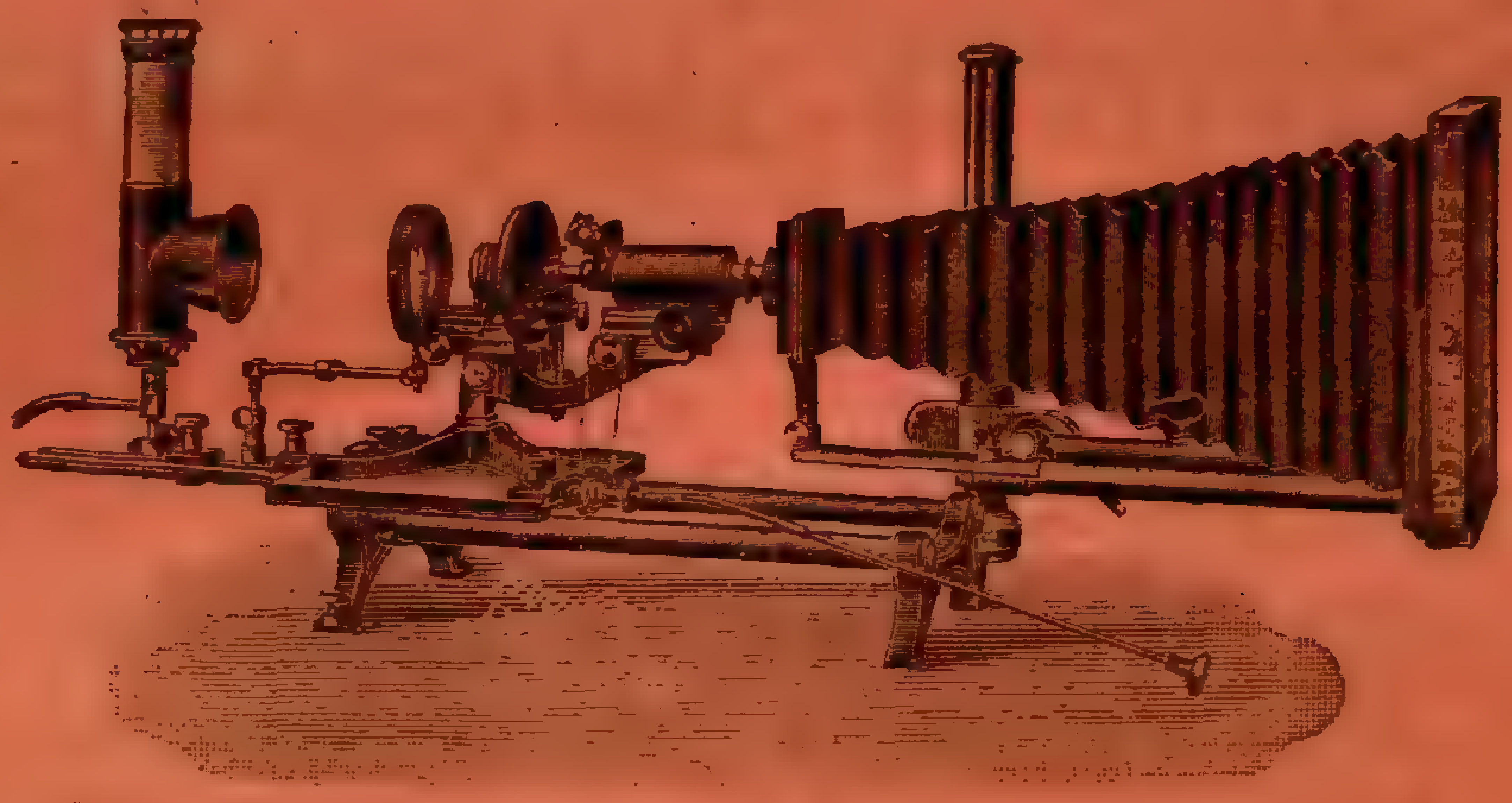
III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 80

IV. — RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES. I

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e).

E. LEITZ, WETZLAR
Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg, Londres, New-York, Chicago.

Dépositaires à Paris
MM. E. COGIT & C^ie^, 36, boulevard Saint-Michel, 36



MICROSCOPES pour travaux Scientifiques et Techniques.
MICROTOMES. — Appareils microphotographiques et de projection. — Objectifs photographiques, Jumelles à prismes.

Catalogues spéciaux. — Envoi sur demande gratis et franco.

SOCIÉTÉ
LUMIÈRE & SES FILS
LYON-MONPLAISIR
FABRIQUE DE
PLAQUES PELLICULES PAPIERS
PRODUITS PHOTOGRAPHIQUES

PHOTOGRAPHIE directe des COULEURS
PAR LES
"PLAQUES AUTOCHROMES"
(Procédé Auguste et Louis LUMIÈRE, breveté dans tous les Pays)

EN VENTE PARTOUT

LES ÉTABLISSEMENTS

POULENC FRÈRES

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande.

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS
16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de E. LEITZ
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques; Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la Micrographie et la Bactériologie
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & Cie, DE LEIPZIG
Etuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel Appareil Microphotographique* **Cogit**

LILLE. — IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. Pieters.

ÉTUDE COMPARATIVE DE LA DISTRIBUTION FLORALE DANS QUELQUES FORMATIONS TERRESTRES ET AQUATIQUES

Par M. Paul JACCARD (Zürich)

(*Suite*)

II. — DISTRIBUTION FLORALE DANS LES DUNES MARITIMES ET CONTINENTALES

1. — COMPARAISON AVEC LA VÉGÉTATION DES PIERRIERS DES ALPES

Au cours de diverses herborisations dans les dunes et les steppes désertiques de la Lybie égyptienne, du Sahara algérien et du Turkestan russe, ainsi que dans les dunes maritimes et les terrains sablonneux de Belgique, de Hollande et du Danemark, j'ai été frappé par les variations considérables de composition florale qui se manifestent d'un point à un autre de ces territoires en apparence si uniformes dans leurs caractères écologiques.

Cette diversité de composition florale est tout particulièrement frappante lorsqu'on envisage la distribution des Salsolacées et Chenopodiacées dans les steppes désertiques salines qui s'étendent de la Caspienne au lac Aral et jusqu'aux environs de Samarcande. Uniforme dans son caractère physionomique, la flore de ces immenses territoires est constituée, malgré le nombre relativement restreint de ses composantes, d'associations extrêmement variées, dans lesquelles les espèces des genres *Halimocnemis*, *Halocharis*, *Halocnemum*, *Halostachys*, *Horaninowia*, *Sueda*, *Salicornia*, *Kochia*, *Schanginia*, etc., jouent tour à tour le rôle de dominantes.

Mieux qu'aucune autre station, la steppe désertique à sol sablonneux, couverte d'une végétation rare et discontinue, fait ressortir l'influence de l'étendue sur la richesse florale. La difficulté d'un recensement floristique complet de surfaces d'égale étendue dans ces vastes régions sub-désertiques ne m'a permis aucune détermination concernant soit le Coefficient générique ou le Coefficient de communauté, soit le degré de fréquence des espèces. Les documents nécessaires pour établir entre diverses portions d'un même territoire des comparaisons utiles, ne peuvent être obtenus qu'au cours d'herborisations nombreuses et répétées ne laissant presque aucun point inexploré.

Ce sont là précisément des conditions réalisées par J. Massart dans ses études sur la flore des districts littoraux et alluviaux de la Belgique (1), aussi lui suis-je particulièrement reconnaissant de me fournir sur la distribution florale dans les dunes et les stations aquatiques des documents précis que, vu mon éloignement, je n'aurais pas été en mesure de rassembler et de me permettre ainsi d'appliquer à la végétation des districts littoraux et alluviaux de la Belgique la méthode d'analyse que j'ai utilisée dans mes études sur la distribution florale dans les prairies alpines.

Dans le territoire qu'il envisage, Massart distingue de nombreux types de stations auxquelles correspondent des associations végétales distinctes, soigneusement étudiées dont nous allons déterminer le Coefficient générique (C. g.), le Coefficient de communauté (C. c.) et le degré de fréquence spécifique.

Nous n'envisagerons dans ce qui suit que les plantes vasculaires.

DISTRICT DES DUNES LITTORALES.

Le district des dunes forme, parallèlement au rivage, une bande étroite qui ne s'élargit sensiblement qu'entre Westende et la frontière française et qui comprend diverses stations fort différentes les unes des autres au point de vue écologique et floristique.

1. La *plage*. Une dizaine de mètres de largeur au maximum constitue la *plage*, laissée libre par les fortes marées. Cette étroite bande de sable que les vagues ne balayent qu'en cas de tempête présente des conditions très exclusives et très défavorables dont

---

(1) *Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique*, et, *Esquisse de la géographie botanique de la Belgique*, Bruxelles 1908. *Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, Bruxelles 1910.

6 espèces seulement réussissent à s'accommoder. Ces 6 espèces, dont 4 sont annuelles, appartiennent aux 5 genres suivants : *Agropyrum*, *Atriplex*, *Salsola*, *Arenaria* et *Cakile*.

2. Les *dunes* proprement dites se distinguent en *dunes mobiles* et *dunes fixées*; les premières constamment déplacées par le vent constituent une station très défavorable, colonisée par 9 phanérogames vivaces très profondément enracinées, appartenant à 9 genres différents. Le C. g. équivaut donc à 100 %.

Les *dunes fixées* présentent des conditions encore très spéciales, mais où l'inégale déclivité des pentes, les différences d'exposition vis-à-vis du vent et de la lumière, ainsi que la diversité de leurs dimensions créent des variations d'habitat déjà sensibles se traduisant par un abaissement du C. g. Indépendamment des mousses et des lichens assez nombreux qui s'y rencontrent, les dunes fixées accueillent 69 espèces en majeure partie annuelles et bisannuelles, appartenant à 58 genres, ce qui correspond à un C. g. de 84 %.

3. Entre les rangées des hautes dunes apparaissent les *pannes*, sortes de vallées tantôt peu profondes (pannes sèches), ne donnant guère asile à d'autres espèces qu'à celles des dunes voisines, tantôt au contraire, descendant jusqu'à proximité de la nappe aquifère et, grâce à l'humidité persistante de leur sol, se couvrant d'une végétation variée. La flore des *pannes humides* comprend 85 espèces appartenant à 62 genres, soit un C. g. de 73 %.

Tandis que la flore des pannes humides est essentiellement formée d'éléments de stations marécageuses, celle des *pannes sèches* présente dans sa composition une grande analogie avec les dunes fixées. Bien que le nombre des espèces des pannes sèches soit sensiblement égal à celui des pannes humides (il comprend 86 espèces appartenant à 66 genres, contre 85 espèces et 62 genres), le C. g. = 77 % y est plus élevé, ce qui est l'indice de conditions écologiques moins variées. On peut en conclure que l'*humidité dans les pannes augmente la diversité écologique et, par là, la proportion des espèces par rapport au nombre des genres.*

4. Les *mares*. Il y a toutes les transitions entre les pannes inondées transitoirement et les mares permanentes. D'une façon générale, la végétation des mares est chétive et pauvre en espèces. Celles-ci proviennent des polders avoisinants et des étangs. La richesse et

la composition florales des mares diffèrent suivant qu'elles servent simplement de reposoir aux oiseaux aquatiques, ou bien qu'elles sont visitées par le gros bétail qui vient s'y abreuver ; dans le premier cas, on y trouve 21 espèces appartenant à 20 genres, soit un C. g. de 95 %, dans le second cas, grâce à l'enrichissement des eaux par le fumier, le nombre des espèces s'élève à 35 appartenant à 28 genres, ce qui correspond à un C. g. de 80 %.

5. Les *cultures* n'occupent dans les dunes littorales qu'une faible surface, elles hébergent une florule d'annuelles comprenant 70 espèces appartenant à 56 genres, soit un C. g. égal à 80 %.

6. Les *bosquets* formés de taillis d'aulnes, de pinneraies ou de futaies de peupliers n'occupent également qu'une très petite surface du district des dunes. Les polders et les prairies avoisinantes leur fournissent 87 espèces herbacées appartenant à 79 genres, ce qui porte leur C. g. à 91 %, chiffre élevé qui s'explique par la faible étendue des bosquets, mais surtout par la pauvreté du sol et par le faible éclairage du sous-bois.

⁂

Dans les types de stations que nous venons de passer en revue, *la valeur du C. g. est nettement en rapport avec la diversité des conditions écologiques*, c'est-à-dire que le nombre des espèces par genre est d'autant plus grand, par conséquent le C. g. d'autant plus bas, que les conditions offertes à la végétation sont plus variées et moins exclusives. C'est ainsi que les dunes fixées ont un C. g. inférieur à celui des dunes mobiles ; une différence du même ordre s'observe entre les pannes humides et les pannes sèches, entre les mares visitées par les bestiaux et celles qui ne le sont pas, entre les cultures et les bosquets, et cela, parce que, comparées aux premières stations, les secondes offrent à la végétation un habitat plus uniforme et plus exclusif.

Tandis que les dunes et les pannes sèches ont ensemble 110 espèces et 83 genres, soit un C. g. de 76 %, les mares et les pannes humides, bien qu'elles occupent une étendue moindre, et qu'elles possèdent moins d'espèces (102 espèces et 75 genres), ont cependant un C. g. de 74 %, inférieur de 2 % à celui des stations sèches sus-mentionnées, chez lesquelles le déficit d'humidité agit comme cause limitant la multiplicité spécifique.

Ajoutons que les deux groupes de stations que nous venons de comparer ne possèdent en commun qu'un petit nombre d'espèces. Entre les pannes sèches et les pannes humides, qui comptent respectivement 86 et 85 espèces, il n'existe que 23 espèces communes sur 148 espèces distinctes, ce qui correspond à un Coefficient de communauté de 15 à 16 % seulement.

DISTRICT DES SABLES A CARDIUMS

En arrière de la bordure des dunes littorales, dans le district des polders marins, affleurent en quelques points des sables à Cardiums. Ces sables, arrachés par la haute mer à la plage et transportés à l'intérieur par suite de rupture locale des digues, reposent sur l'argile poldérienne. Ils n'ont persisté en épaisseur appréciable qu'en trois ou quatre points seulement formant au milieu des polders des enclaves de peu d'étendue, mais où l'on distingue comme dans le district des dunes littorales proprement dites, des dunes, des pâturages secs et des pâturages humides, comparables aux pannes sèches et aux pannes humides, enfin des cultures.

La faible teneur de ces sables en calcaire (1) explique l'absence de près de 80 espèces fréquentes dans les dunes littorales.

Le sol y est, d'une manière générale, peu fertile, et de composition très uniforme, aussi les sables à Cardiums n'hébergent-ils qu'une florule peu variée.

Le tableau suivant nous renseigne à cet égard.

Stations des sables à Cardiums	Nombre des espèces	Nombre des genres	C. g. en °/₀	C. g. des stations correspondantes des dunes littorales, en °/₀
Dunes	37	33	89	84
Pâturages secs	58	47	81	77
Pâturages humides	32	26	81	73
Cultures	33	29	88	80
Dunes et pâturages secs réunis	62	50	80	76

---

(1) Conséquence d'une décalcification par les eaux superficielles.

Comme on le voit, les C. g. des stations des sables à Cardiums sont régulièrement plus élevés que ceux des stations correspondantes des dunes littorales dont les conditions écologiques sont plus variées.

District des alluvions marines

Les alluvions marines sont essentiellement formées par l'argile plus ou moins imprégnée de sels que la marée dépose à l'embouchure des fleuves. Elles y donnent naissance à deux types de stations, la *slikke*, qui occupe la zone inférieure des rives de l'estuaire périodiquement inondée par la marée, et le *schorre*, zone plus élevée habituellement exondée et que les vagues n'atteignent qu'exceptionnellement.

La slikke n'héberge que 4 espèces de phanérogames aquatiques appartenant à 4 genres différents : ce sont *Zostera marina*, *Scirpus maritimus*, *Salicornia herbacea* et *Sueda maritima*, seules plantes vasculaires capables de supporter les conditions défavorables d'une telle station.

Le schorre au contraire est couvert d'une végétation continue parfois très exubérante et servant de pâturage. La portion la plus variée du schorre comprend 32 espèces et 25 genres, soit un C. g. de 78 %; le schorre à végétation rase est beaucoup plus pauvre et plus uniforme, il n'héberge que 18 espèces appartenant à 16 genres, ce qui correspond à un C. g. de 98 %.

District des alluvions fluviales

Les alluvions fluviales occupent une bande relativement étroite entre le niveau de la marée basse et la digue qui limite et protège les polders fluviaux; néanmoins, la surface occupée par ces alluvions est relativement considérable puisqu'elle s'étend aussi loin que la marée se fait sentir, c'est-à-dire à plus de 100 kilomètres (168 km. pour l'Escaut), le long des 7 principaux cours d'eau de la Belgique, soit sur une longueur de plus de 1.000 kilomètres.

Il n'est donc pas étonnant d'y relever un nombre d'espèces assez considérable, 84 espèces appartenant à 57 genres, ce qui correspond à un C. g. de 68 %.

Les alluvions fluviales sont loin d'être aussi uniformes dans leur composition que les alluvions fluvio-marines. Elles sont formées, non seulement d'argile, mais aussi de sable et de matériaux arrachés aux terres des cultures avoisinantes, et constituent par conséquent un sol fertile dont le jeu de la marée renouvelle constamment l'air et les aliments; il en résulte une diversité écologique qui se traduit par un C. g. relativement très bas.

District des polders

Les polders occupent un territoire de colmatage qui, sur une largeur dépassant souvent 20 kilomètres, s'étend d'une façon presque ininterrompue sur tout le littoral belge. Leur sol est en général très fertile sauf dans les portions trop imprégnées de sels marins.

La plupart des polders sont des polders littoraux ou *polders marins ;* les *polders fluviaux* ne couvrent le long des fleuves qu'une étendue relativement restreinte, mais leur sol est exceptionnellement riche.

Les polders sont parcourus par des fossés et des canaux et bordés par des digues de terre et de matériaux colmatés très favorables au développement d'une végétation variée.

Tandis que les digues des polders marins sont occupées par 80 espèces et 67 genres, C. g. = 84 %, celles des polders fluviaux sur lesquelles sont déposées toutes les mauvaises herbes des champs et et tous les matériaux de curage des fossés, et qui, par ce fait, sont soumis à un enrichissement artificiel, voient le nombre de leurs espèces s'élever à 116, appartenant à 92 genres, ce qui correspond à un C. g. de 97 %.

Les *bords exondés* des canaux et des fossés qui ne sont pas occupés par les cultures constituent une station particulière dont la florule assez étroitement spécialisée compte 109 espèces et 90 genres, soit un C. g. de 83 %.

Si, laissant de côté des portions exondées des polders, nous envisageons leur végétation aquatique, nous relevons les chiffres suivants :

	Espèces	Genres	C g.
Fossés et canaux des polders marins....	71	50	70 %
Fossés et canaux des polders fluviaux....	64	51	80 %
Grand étang de Blankaert (80 Ha.)	56	44	79 %
Grand étang d'Overmeire (80 Ha.)......	85	63	74 %

Comme Massart l'indique (1), « les fossés donnent asile à la flore la plus luxuriante qu'on puisse imaginer. Leur richesse en sels alimentaires rend compte de la vigueur exceptionnelle de leur végétation ».

La différence de 10 % que présente le C. g. de la flore des fossés des polders marins par rapport à celui de la flore des fossés des polders fluviaux provient de ce que l'eau des premiers possède, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, une richesse en substances minérales notablement plus grande que l'eau des seconds; l'étendue qu'elles occupent est aussi plus considérable, enfin les variations qui résultent du passage des eaux saumâtres aux eaux douces constituent également un élément de diversité spécial aux fossés des polders marins.

Malgré leur grande analogie apparente, les deux stations que nous comparons (fossés des polders marins et fossés des polders fluviaux) possèdent une composition florale assez dissemblable, puisque sur 89 espèces distinctes, il n'y en a que 47, soit 53 % qui leur soient communes.

Le Coefficient de communauté est encore plus faible entre les flores des étangs de Blankaert et d'Overmeire, puisque sur 104 espèces, 35 seulement, soit le 34 %, sont communes aux deux étangs.

Le tableau suivant concernant un relevé floristique de deux mètres carrés d'une prairie marécageuse des bords du lac de Pfaeffikon (environs de Zurich), illustre bien l'influence de la grande humidité du sol dans la diversité florale.

Relevé floristique de 2 m² situés à 5 mètres de distance l'un de l'autre dans la portion la plus homogène en apparence d'une prairie marécageuse à Robenhausen (recensés le 9, VII, 1910).

---

(1) Essai, *loc. cit.*, p. 465.

Tableau No 3

Espèce dominante : *Equisetum palustre*	1er m²	2 d. m²
Anthoxanthum odoratum		×
Angelica silvestris		×
Briza media	×	×
Carex echinata		×
Carex flava	×	×
Carex panicea	×	×
Carex Goodenovii	×	
Centaura Jacea		×
Equisetum palustre	×	×
Eriophorum polystachys	×	
Filipendula ulmaria		×
Galium palustre		×
Horminium monorchis	×	
Juncus alpinus	×	
Lychnis flos-cuculi	×	
Linum catharticum	×	×
Lithrum salicaria		×
Molinia cœrulea		×
Phragmites communis	×	
Peucedanum palustre	×	×
Platanthera bifolia		×
Potentilla Tormentilla	×	×
Parnassia palustris	×	
Polygala amarella	×	
Ranunculus breyninus	×	
Succisa pratensis	×	
	17 esp.	16 esp.

Sur 26 espèces distinctes, 7 seulement, soit 27 %, sont communes aux deux carrés comparés.

II. — CONDITIONS ÉCOLOGIQUES ET COEFFICIENT GÉNÉRIQUE

Dans mes *Nouvelles recherches* sur la distribution florale (1), je donne le relevé floristique de 5 m² d'une prairie marécageuse à *Deschampsia cæspitosa* et *Carex paniculata*, d'où il ressort qu'entre *2 m² contigus* le C. c. moyen s'élève à 64 % et le C. c. entre 4 m² contigus à 26 % seulement.

Grevillius, dans son étude intitulée « Zur Physiognomie der Wasservegetation » (2), donne le schéma de la distribution de 9 phanérogames aquatiques à enracinement profond croissant dans un canal longeant la route de Kempen à Süchteln. Sur une longueur de 75 mètres, divisée en 15 tranches de 5 mètres, il n'y a que 3 séries de deux tranches contiguës présentant la même composition florale (3) ; entre les deux extrémités de la portion recensée du canal (soit sur 75 mètres de longueur), le C. c. n'est que de 1/3, soit 33 %.

La détermination des Coefficients de communauté nous montre d'une façon frappante combien les stations aquatiques et marécageuses sont loin d'avoir l'uniformité écologique qu'on leur attribue généralement.

Sans doute, de petits fossés, des mares ou des étangs de peu d'étendue peuvent constituer des stations très uniformes et peu variées écologiquement parlant, il n'en est pas de même par contre pour un ensemble de fossés et d'étangs répartis sur une grande superficie, car, soit les conditions du sous-sol et la nature du terrain dans lequel les mares et les fossés sont creusés, soit la masse d'eau qu'ils renferment et leur profondeur, influent sur leur composition chimique ainsi que sur leurs conditions thermiques et lumineuses.

En ce qui concerne les variations de la composition chimique des eaux, le tableau suivant nous donne d'intéressantes indications.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 229.

(2) Berichte d. botan. und zoolog. Vereins. f. Reinl-Westf. Jahrg., 1909.

(3) La comparaison étant limitée à 9 espèces dominantes seulement.

Tableau N° 4

Analyses des eaux des fossés et des étangs des polders (Moyennes de diverses analyses exprimées en 1/10 de milligr.) (1)

Substances dosées	Eaux des fossés des polders				Étang du Blankaert		Étang d'Overmeire	
	fluviaux		marins					
NH^3 salin	13	18	1,74	69	1,6	7,3	1,4	13,2
NH^3 albuminoïde	15		24		5,7		7,4	
NO^3H	—		12,4		—		24	
NO^2H	traces		15		traces		20	
KCl	143		185		traces		95	
NaCl	1227		20159		1227		526	
CaO	712		186		699		865	
MgO	traces		1693		traces		144	
P^2O^5	traces		102		—		traces	
Fe^2O^3	26		65		—		24	
SO^3	68		1201		240		270	
SiO^2	6		18		80		100	
O. corresp. à l'oxyd. des subs. organ.	81		257		72		54	

La différence des C. g. concernant les florules des étangs de Blankaert et d'Overmeire comme celle que nous avons relevée déjà entre les fossés des polders marins et des polders fluviaux s'explique avant tout par l'*inégale richesse de leurs eaux en substances alimentaires*; celles d'Overmeire contiennent une proportion de substances azotées et de sels de potassium sensiblement plus forte que celles de l'étang de Blankaert, ce dernier est en outre moins profond.

Si, d'une manière générale, le milieu aquatique constitué par les grandes nappes d'eau douce possède certains caractères d'uniformité permettant à de nombreuses espèces d'atteindre une aire de distribution extrêmement étendue, il n'en reste pas moins que les mares, les lagunes, les fossés, les étangs, certains lacs même, héber-

(1) D'après Massart. *Essai*, *loc. cit.*, p. 324 et 325.

gent, à côté de leur contingent d'ubiquistes, des espèces particulières aussi strictement localisées que celles des stations terrestres.

Si donc, les stations aquatiques des districts littoraux et alluviaux de Belgique *possèdent en général un C. g. moins élevé que les stations terrestres qui peuvent leur être comparées, c'est qu'elles réalisent réellement des conditions écologiques plus variées.* Autrement dit, comparées aux stations sablonneuses sèches, les stations humides du littoral belge sont plus propres à favoriser la diversité florale. Nous comprenons fort bien par exemple, que les étangs de la Campine avec leurs 37 espèces appartenant à 26 genres aient un C. g. plus bas que celui de la florule des bruyères sèches et des dunes de la Campine dont les 21 espèces appartiennent à 20 genres différents. Nous ne sommes pas surpris non plus, étant donnée la composition chimique de l'eau des polders que la flore de leurs fossés et canaux présente un C. g. moins élevé que la végétation des digues ; la fertilité et la diversité de composition des alluvions fluviales, ainsi que la grande étendue sur laquelle ils sont distribués, nous explique également qu'à presque égalité de richesse florale (84 espèces contre 85 et 86), le C. g. de leur florule soit sensiblement plus bas que celui des pannes sèches ou des pannes humides.

Enfin nous voyons que la flore aquatique des fossés et des canaux des polders possède un C. g. de 73 %, tandis que leurs bords exondés ont un C. g. de 83 % ; la flore de l'ensemble des eaux des polders un C. g. de 68 % ; celle de l'ensemble des digues, par contre, un C. g. de 75 %.

Le caractère généralement discontinu de la végétation des stations aquatiques (1) favorise d'ailleurs la diversité spécifique de certains genres tels que *Potamogeton*, *Carex*, *Juncus*, *Polygonum*, *Ranunculus*, *Œnanthe*, en particulier, qui sont les hôtes de prédilection de lieux humides et marécageux, et ce fait contribue aussi à l'abaissement du C. g.

En résumé, les comparaisons que nous venons de faire en nous basant sur les renseignements floristiques et écologiques très complets contenus dans les ouvrages déjà cités de J. Massart concernant la flore des districts alluviaux et floraux de la Belgique, ainsi que sur divers documents relatifs à la distribution florale dans les pierriers et les stations rocheuses, confirment la loi du Coefficient générique telle que je l'ai exprimée dans mes « Lois de distribution » à savoir que le *C. g. est d'autant moins élevé que la diversité écologique est plus considérable*; elles nous permettent de lui accorder une valeur absolument générale s'appliquant aussi bien aux associations discontinues qu'aux formations fermées du type des prairies alpines.

---

(1) L'influence de la discontinuité retentit de la même manière et dans le même sens sur le C. g. de la flore des pierriers et des alluvions.

Remarquons seulement que pour vérifier cette loi, *il est nécessaire de ne comparer entre elles que des stations comparables soit comme étendue, soit comme caractère écologique général.*

Les indications que donnent le C. g. et le C. c. sur le degré de diversité écologique perdent naturellement de leur précision lorsqu'elles s'appliquent à des stations ne possédant qu'un très petit nombre d'espèces, ou lorsque les districts ou les stations comparés n'ont pas une superficie comparable, enfin lorsque la comparaison porte sur des formations végétales différentes appartenant à des régions climatiques très dissemblables, parce qu'alors interviennent des causes de variation d'importance fort inégale au point de vue écologique.

Il n'est pas légitime, par exemple, comme le fait Massart (1), de grouper en un seul lot les plages, les dunes mobiles, les dunes fixées, les pannes sèches et les bosquets et de comparer le C. g. d'un groupement aussi hétérogène avec celui de formation aquatiques elles-mêmes très dissemblables comme étendue et comme localisation géographique. Du moins cela est arbitraire et sans signification utile.

En comparant par contre les pannes sèches et les pannes humides, les fossés des polders et les digues qui les bordent, la florule des étangs dans les polders fluviaux et dans les polders marins, les associations végétales qui peuplent les mares et celles qui caractérisent les pannes, la flore des pannes et celle des dunes avoisinantes, *nous exprimons par le moyen du C. g. une relation mesurable existant entre des stations comparables.*

Hâtons-nous d'ajouter que ni le C. c. ni le C. g. n'expriment la

---

(1) *Essai, loc. cit.*, p. 484. Voir à ce sujet : P. Jaccard. A propos du Coefficient générique. Réponse à M. J. Massart. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, tome 45, 1909. Procès-verbaux, p. X à XIV.

valeur absolue de la diversité écologique des stations comparées. Lorsque, par exemple, nous constatons entre le C. g. des pannes sèches et celui des pannes humides une différence de 4 %, nous ne voulons pas dire par là que tout écart de 4 % entre les C. g. de deux stations quelconque corresponde toujours exactement au même degré d'inégalité dans la diversité écologique.

Quoi qu'il en soit, le C. g. surtout complété par le C. c. et le C. f., fournit aux géobotanistes des indications d'un réel intérêt et dont il n'est pas possible de méconnaître la valeur.

Lorsque nous constatons par exemple que la flore de la province de Cadix (1) comprend 1.748 espèces et 613 genres, soit un C. g. de 35 %, tandis que la flore de la Belgique (2), pays 5 à 6 fois plus étendu, possède 1.415 espèces et 517 genres, soit un C. g. de 36 1/2 %, nous pouvons en conclure *qu'à surface égale* la province de Cadix possède une diversité écologique beaucoup plus grande que la Belgique. Le district hesbayen dont la superficie est une demi-fois plus grande que celle de la province de Cadix, possède un C. g. de 50 % environ, le district des dunes littorales, un C. g. de 52 %.

La Suisse (3) dont la surface productive ne dépasse que peu celle de la Belgique, possède 2.460 espèces et 660 genres, soit un C. g. de 27 %. (26,8 %), ce qui correspond à l'extraordinaire variété topographique et climatique (4) de la Suisse.

III, — COEFFICIENT GÉNÉRIQUE DES GRANDES DIVISIONS FLORALES

Dans mes « Lois de distribution florale » (5), j'ai signalé la curieuse concordance qu'on observe entre le C. g. calculé sur l'ensemble de la flore, *C. g. total*, et le C. g. des Dialypétales, des Gamopétales et des Composées envisagées séparément. Cette concordance, qui est un phénomène tout à fait général pour la flore de régions étendues, se manifeste même sur des surfaces restreintes et paraît être, comme nous le disions à propos de la flore d'une prairie des Ormonts (Alpes vaudoises), « *l'expression d'une relation quasi élémentaire* » (1). Cette concordance ne s'étend pas au C. g. des autres grandes divisions florales, Cryptogames vasculaires, Gymnospermes et Apétales qui, en Europe, ne constituent qu'une faible partie de la flore; elle ne s'observe que rarement avec les Monocotyles. En ce qui concerne ces dernières, nous constations d'autre part que la proportion de leurs espèces par rapport au nombre des espèces de l'ensemble de la flore, *augmente en Europe avec la latitude* lorsqu'on envisage des territoires étendus, c'est-à-dire que sur 100 espèces, la flore des pays du Nord possède plus de Monocotyles que celle des pays du Midi.

---

(1) D'après Gharsi y Vila. Catalogo de las plantas que crecen en Cadiz y sa Provincia. *Actes du Congrès intern. de Botanique.* Bruxelles 1910, Vol. II, p. 161.

(2) D'après de Wildeman et Th. Durand., *Prodrome de la flore belge*, 1898-1907.

(3) D'après Schinz und Keller. *Flora der Schweiz.* IIIte Aufl.

(4) Lorsque l'humidité est abondante, la diversité spécifique exprimée par le C. g. marche de pair avec l'augmentation de la température. La flore tropicale des régions humides est caractérisée par un abaissement du C. g. et une diversité spécifique qui ne sont jamais atteints dans les contrées plus sèches ni dans les zones tempérées ou froides.

(5) *Loc. cit.*, p. 105-112.

On constate également que, dans le Nord, le *C. g. des Monocotyles est inférieur au C. g. total*, tandis qu'il lui est supérieur dans le Midi.

On peut donc dire que le climat du Midi de l'Europe favorise davantage les Dicotyles que les Monocotyles, tandis que, inversement, le climat du Nord entrave moins le développement des Monocotyles que celui des Dicotyles.

L'influence qu'exercent le climat et les conditions écologiques dominantes sur la valeur du C. g. des Dialypétales, Gamopétales et Monocotyles ressort nettement des chiffres suivants concernant : 1° la flore de la province de Cadix et 2° celle de la Belgique.

1. **Flore de la province de Cadix** (2)

	Nombre des espèces	Nombre des genres	C. g. en °/o
Flore totale	1748	613	35
Dialypétales (incl. Apétales)	839	263	31
Gamopétales	564	200	35
Monocotyles	310	127	41
Composées	191	72	37

Pour la flore de Cadix, la concordance des C. g. ne s'observe qu'avec les Gamopétales et, dans une certaine mesure encore, avec les

---

(1) *Nouvelles recherches*, p. 261-263.

(2) D'après Gharsi y Vila, *loc. cit.*

Composées ; les Monocotyles y présentent un C. g. notablement plus élevé que le C. g. total, d'où nous concluons que la contrée de Cadix offre aux espèces de ce groupe une diversité stationnelle moindre qu'aux Gamopétales et aux Dialypétales. Ces dernières, avec leur C. g. de 30 %, sont particulièrement favorisées grâce à la diversité spécifique exceptionnelle de certains genres de Papilionacées et d'Euphorbiacées. Le genre *Trifolium* est représenté par 27 espèces, *Medicago* par 16, *Ononis* par 26, *Euphorbia* par 27. !

Les Papilionacées avec 219 espèces et 42 genres ont un C. g. de 19 %.

Les Euphorbiacées avec 33 espèces et 5 genres ont un C. g. de 15 %.

Les Dialypétales sans les Papilionacées et les Euphorbiacées avec 497 espèces et 171 genres ont un C. g. de 34,5 %.

La discordance observée entre C. g. total et C. g. Dialypétales est spéciale à la province de Cadix, laquelle, par suite de sa proximité du continent africain reçoit, de nombreuses espèces incomplètement naturalisées et ne faisant pas partie intégrante de la flore indigène.

Pour l'ensemble de la flore d'Espagne, les C. g. sont les suivants : C. g. total 18,8 %; Dialypétales 18 %; Gamopétales 18,2 %; Composées 18,5 %; Monocotyles 22 %. Comme on le voit, seul le C. g. des Monocotyles présente avec le C. g. total un écart appréciable.

2. **Flore de la Belgique** (1)

	Nombre des espèces	Nombre des genres	C.-g. en %
Flore totale	1258	465	37
Dialypétales	516	192	37
Gamopétales	363	139	38
Monocotyles	331	118	35,5
Composées	117	41	35

La concordance est ici tout à fait complète avec les Dialypétales, et l'écart n'est que de 1 % avec les Gamopétales et de 2 % avec les Monocotyles.

---

(1) Espèces indigènes sans les naturalisées, d'après le Prodrome de Wildeman et Durand.

Au point de vue des Monocotyles, la flore belge se rapproche de la flore de la Grande-Bretagne (C. g. total, 37,8; C. g. Monocotyles, 36,3); elle prend place entre la flore de l'Allemagne et des pays du Nord, et celle de la France et des pays de l'Europe méridionale (l'Espagne, l'Italie et, selon toute probabilité, la péninsule balkanique).

La concordance complète entre C. g. Monocotyles et C. g. total n'est réalisée que dans le centre de l'Europe, par la flore de la Suisse en particulier; elle s'observerait sans doute dans la flore de toute la zone de l'Europe centrale et occidentale occupant la même latitude, c'est-à-dire comprenant, outre la Suisse, une portion de la France, de l'Autriche et du Sud de l'Allemagne. (Voir à ce sujet : Lois de distribution florale, p. 111. *Variation du C. g. des Monocotyles avec la latitude*).

Les chiffres concernant la flore belge mentionnés ci-dessus concernent la flore indigène. A celle-ci s'ajoutent, d'après Wildeman et Durand, 157 espèces naturalisées appartenant à 52 genres, ce qui correspond à un C. g. de 33 % seulement [33 % pour les Dialypétales (79 espèces), 30 % pour les Gamopétales (53 espèces)].

Le nombre moyen des espèces par genre étant plus grand pour les naturalisées que pour les indigènes, *les conditions offertes aux espèces immigrantes vont en réalité exercé une sélection plus forte vis-à-vis des genres que vis-à-vis des espèces naturalisés.*

IV.—VARIATIONS LOCALES DU C. G. DES GRANDES DIVISIONS FLORALES

Cherchons maintenant à déterminer dans quelle mesure les divers types de stations des districts littoraux et alluviaux de la Belgique influent sur le C. g. des grandes divisions florales.

Stations	C. g. total	C. g. Dialyp. + Apétales	C. g. Gamop.	C. g. Monocotyles	C. g. Composées
Pannes sèches	77 %	81 %	72 %	79 %	80 %
Pannes humides.........	73	63	94	60	—
Alluvions fluviales.......	68	58	72	76	—
Etang d'Overmeire	74	68	85	72	—
Bords des fossés des polders	83	77	86	68	86

Des 5 stations envisagées dans le tableau ci-dessus, ce sont les pannes sèches qui présentent la concordance la plus grande entre les C. g. La discordance assez considérable qu'on observe dans les autres stations se manifeste d'une manière très inégale; dans les pannes humides, par exemple, ce sont les Monocotyles et les Dialypétales qui offrent la diversité spécique par genre la plus grande, tandis qu'à cet égard les Gamopétales sont en déficit marqué; il en est de même dans les alluvions fluviales et dans l'étang d'Overmeire, par contre, dans les bords des fossés des polders ce sont les Monocotyles qui présentent la diversité spécifique la plus forte.

L'abaissement du C. g. des Monocotyles et des Dialypétales (1) dans les stations humides provient surtout de la diversité spécifique qu'y présentent les genres *Carex*, *Juncus*, *Potamogeton*, *Polygonum*, *Ranunculus*, *Œnanthe*, grâce à leurs nombreux représentants aquatiques ou subaquatiques.

N'est-il pas surprenant de voir que les *grandes différences que nous venons de constater dans les C. g. des Dialypétales, des Gamopétales et des Monocotyles disparaissent lorsqu'on envisage non plus des associations restreintes, mais la flore belge dans son ensemble ?*

Il se produit à cet égard une véritable compensation entre les diverses formations végétales du pays, les unes favorisant la diversité spécifique d'un genre ou d'une famille, tandis que d'autres, au contraire, l'entravent, et cela, dans une mesure telle que, sur *un territoire suffisamment étendu*, ces actions contraires s'équilibrent, *obéissant à un facteur de distribution plus puissant que l'influence des conditions écologiques locales*, plus puissant même que l'influence de causes historiques et des conditions régionales d'immigration, *facteur d'ordonnance* qui, en dépit de la diversité des stations, *assure à chacun des grands goupes végétaux concurrents, une proportion déterminée dans la distribution floristique globale.*

5. — DEGRÉ DE FRÉQUENCE

J'ai montré, dans mes « Lois de distribution » (2) que, suivant les contrées et les formations végétales, la proportion des espèces rares, communes ou très communes varie notablement. Dans les prairies de la zone alpine, par exemple, ce sont les *espèces rares*, c'est-à-dire celles qui ont une distribution très sporadique, *qui dominent numériquement*, tandis *que le nombre des espèces très communes est relativement faible.* Le nombre des espèces de moyenne fréquence, c'est-à-dire des espèces assez communes, y est intermédiaire entre celui des deux catégories précédentes. La proportion des espèces rares (r), assez communes (ac) et très communes (c) sur 100 espèces de la flore d'une localité ou d'un district donné, s'exprime par le *Coefficient de fréquence* (C. f.).

---

(1) Apétales inclus.

(2) *Loc. cit.*, p. 113 à 121 et *Nouvelles recherches*, p. 234 à 241.

Des 92 espèces distribuées sur 52 m² de la prairie des Ormonts (1), 64 % sont des espèces rares ou plutôt *peu fréquentes* dans cette portion de territoire puisqu'elles apparaissent sur moins de 1/3 de la surface recensée, 25 % sont des espèces ac., c'est-à-dire de fréquence moyenne apparaissant sur moins des 2/3 de la surface; enfin, 11 % seulement sont des espèces très fréquentes (espèces c.) et se rencontrent sur plus des 2/3 du territoire envisagé. Les coefficients de fréquence seront donc pour les espèces rares, 64 %, pour les espèces assez communes, 25 % et pour les espèces communes, 11 % (2).

Tandis que dans la zone alpine, la proportion des espèces rares dépasse celle des espèces communes, c'est l'inverse qu'on observe habituellement dans les prairies des plaines de l'Europe centrale. D'une façon générale, la valeur des C. f. varie avec l'altitude ainsi qu'avec les caractères écologiques des stations; l'allure de ces varia-

(1) *Nouvelles recherches*, p. 234.

(2) Dans ce qui précède, nous donnons au terme « rare » une signification toute relative, et une valeur locale. Quelle que soit l'étendue, grande ou petite d'une surface florale, nous désignons comme *rare*, soit peu fréquente, toute espèce qui se rencontre sur 1/3 au plus de cette surface, par l'expression *assez commune*, c'est-à-dire de moyenne fréquence, celles qui sont répandues sur les 2/3 de la surface et par celle de *très communes* ou très fréquentes celles qui apparaissent sur plus des 2/3 de la surface.

La distinction usuelle des espèces en communes, très communes, rares, assez rares, etc., se rapportant à la flore de districts étendus, possède une valeur en partie subjective qui dépend du degré d'exploration des contrées auxquelles elles s'appliquent ainsi que du jugement des floristes. Toutefois, ramenées à trois degrés de fréquence, elles permettent d'apprécier avec une exactitude suffisante la proportion des espèces de faible, de moyenne et de grande fréquence dans l'ensemble de la flore.

tions peut s'exprimer graphiquement et servir à caractériser divers types de distribution florale.

A titre d'exemple, cherchons à déterminer la valeur des C. f. dans les divers stations et districts de la Belgique en nous appuyant sur les renseignements contenus dans l'ouvrage déjà cité de J. Massart (1). Cet auteur distingue 6 degrés de fréquence qu'il désigne par les abréviations suivantes : RR., R., AR., AC., C., CC. Dans le tableau suivant, nous grouperons ces 6 catégories suivant 3 degrés de fréquence seulement, c'est-à-dire en espèces peu fréquentes, assez fréquentes et très fréquentes, que nous désignerons par les abréviations courantes : r., ac. et c.

TABLEAU N° 5

Proportion des espèces fréquentes, assez fréquentes et rares dans quelques stations et districts de la Belgique

A. Stations	c. %	a. c. %	r. %
Pannes sèches.	42	55	3 à 4
Dunes fixées	59	32	9
Alluvions fluviales.	46	43	11
Bords des fossés	54	40	6
Dunes des sables à Cardium.	81	16	3
Pâturages des sables à Cardium. .	74	21	5
Digues des polders marins	40	44	16
Digues des polders fluviaux	54	34	12
Pannes humides.	31	50	19
Canaux et fossés des polders marins	50	37	13
Canaux et fossés des polders fluv.	72	22	6
Etang de Blankaert	50	36	14
Etang d'Overmeire	60	35	5
Moyennes :	55 %	36 %	9 %

---

(1) D'après les tabelles publiées comme Annexe dans J. Massart. *Essai*, etc., p. 1 g à 83 a.

B. Districts	c. %	ac. %	r. %
District des dunes littorales (542 espèces)	30 %	20 %	50 %
District des polders marins et fluviaux (647 esp.)	—	—	50
District Campinien (1) (595 esp.)	35	35	30
District Flandrien (651 esp.)	34,5	36,5	29
District Hesbayen (672 esp.)	41,5	34	24,5
Moyennes pour les 3 derniers districts,	37 %	35 %	28 %

L'examen du tableau précédent nous montre : 1° que dans les stations très spécialisées, comme les dunes, les pannes, les canaux, etc., ce sont *les espèces fréquentes*, nettement adaptées aux conditions dominantes, *qui sont en plus grand nombre*, tandis que les espèces rares sont en très petit nombre, 3 à 4 % par exemple, dans les pannes sèches et les dunes à Cardiums. La moyenne des 13 stations ci-dessus nous donne pour les coefficients de fréquence c. = 55 %; ac. = 36%; r. = 9 %. 2° Lorsque, par contre, on envisage l'ensemble du district des dunes littorales, ou l'ensemble des stations du district poldérien, *ce sont au contraire les espèces rares, soit peu fréquentes, qui sont en plus grand nombre* (50 %). Ceci montre que les espèces fréquentes sur une localité déterminée ne le sont pas dans l'ensemble du territoire, tandis que celles qui sont rares dans une localité donnée ne sont pas habituellement fréquentes dans les autres portions du district considéré.

3° Dans les districts campiniens, flandriens et hesbayens *moins spécialisés* au point de vue écologique que le district des dunes ou celui des polders, les C. f. des espèces c., ac. et r. ont des valeurs beaucoup plus rapprochées, soit en moyenne, c. = 37 %, ac. = 35 % et r. = 28 %.

Dans le district hesbayen couvert d'une végétation banale, nous trouvons exactement les mêmes C. f. que ceux qui caractérisent la flore assez banale également d'un district de la Nièvre, et que j'ai calculés d'après les indications de *Gagnebin*, « Topographie botanique des environs de Cercy-la-Tour (Nièvre) ».

---

(1) Le Campinien, le Flandrien et l'Hesbayen sont des terrains quaternaires d'origine fluvio-glaciaire, qui s'étendent en arrière du district littoral jusqu'à la *Meuse*.

	c.	ac.	r.
Flore de Cercy-la-Tour (Nièvre) (sur 936 espèces)	41 %	34 %	25 %
Flore de l'Hesbayen (sur 634 espèces)	41,5 %	34 %	24,5 %

D'une façon générale, la prédominance des espèces fréquentes correspond à des conditions écologiques assez uniformes sur de grandes étendues, l'inverse, soit la prédominance des espèces peu fréquentes, résulte de l'existence de conditions écologiques variées et de nombreuses stations dissemblables.

Les conditions du premier genre dominent dans les plaines de l'Europe centrale; celles du second, dans les Alpes, dans les régions montagneuses en général ainsi que dans les districts littoraux et alluviaux de la Belgique où, dunes, plages, pannes, mares, polders, canaux, étangs, bosquets, pâturages et cultures, forment une mosaïque de stations très spécialisées qui ne laissent que peu de place au développement de la flore plus banale des districts flandriens et hesbayens.

III. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Les diverses relations numériques que nous avons décelées dans la distribution florale, relations que nous avons exprimées par le Coefficient de communauté, le Coefficient générique et les Coefficients de fréquence, nous permettent de conclure que, malgré la diversité des conditions écologiques stationnelles qui influent sur l'admission ou l'exclusion, sur la fréquence ou sur la rareté des espèces associées, la lutte qui s'établit pour la possession du terrain entre les éléments capables de s'implanter dans un territoire donné, conduit *à une répartition numérique des concurrentes qui est en définitive, dans une grande mesure, indépendante de la nature spécifique des conditions locales de ce territoire.*

Si la Belgique, par exemple, au lieu d'être un pays bas était bordé par des falaises escarpées, si son sol au lieu d'être en partie couvert d'alluvions fluvio-marines était occupé par des dépôts morainiques, sa *composition florale* serait différente, la fréquence relative de ses espèces serait différente; mais, en supposant que le *caractère général du climat et la diversité stationnelle restent les mêmes*, on peut prévoir que la valeur des C. g. des grandes divisions florales, de même que le C. g. total ne seraient pas très sensiblement différents de ce qu'ils sont en réalité.

L'expérience réalisée par les jardins d'acclimatation, où l'action normale de la concurrence est artificiellement supprimée, nous montr que le nombre des espèces vivant côte à côte sur un territoire relativement restreint est beaucoup plus considérable que celui des espèces qui s'y implanteraient naturellement et s'y distribueraient sous l'influence de la libre concurrence.

En somme, les espèces dont l'expansion est liée à la présence de conditions stationnelles étroitement déterminées sont en nombre relativement faible; il y a bien peu de plantes terrestres caractéristiques d'un type de station ou d'un substratum spécial, qui, à l'occasion, ne s'accommodent pas d'autres stations. On connaît nombre de plantes qui, suivant la latitude ou l'altitude, changent d'habitat. J'ai été frappé par exemple, de rencontrer en Belgique dans le sous-bois ou à la lisière de forêts clairsemées, plusieurs espèces qui, en Suisse, occupent de tout autres stations. D'autre part, certaines espèces particulièrement envahissantes pourraient, si elles n'étaient limitées dans leur expansion par la concurrence, s'étendre presque indéfiniment. Vis-à-vis de la surabondance des candidats et du pouvoir d'extension quasi illimité de certains d'entre eux, le jeu de la concurrence opère à la fois *une réduction numérique*, une *sélection taxinomique* et une *localisation géographique*.

Or la concordance que, dans des territoires d'étendue et de richesse florale très différentes, le C. g. des Dialypétales et celui des Gamopétales présentent avec le C. g. total (1), semble indiquer que les végétaux de ces deux classes ont un pouvoir d'expansion sensiblement équivalent, puisque, dans la concurrence qui s'établit entre elles pour la conquête du terrain, leurs divers genres manifestent une diversité spécifique semblable. Dans la lutte qu'ils soutiennent entre eux, *les individus végétaux paraissent donc être, non seulement les*

(1) Et, dans une moindre mesure, celui des Monocotyles.

représentants de telle ou telle espèce plus ou moins bien adaptée, mais encore les champions de groupes biologiques plus élevés, ordres et classes, auxquels ils assurent une proportion déterminée dans la distribution totale.

La distribution des végétaux, bien qu'elle dépende en chaque lieu des facteurs édaphiques et climatiques locaux, et qu'elle puisse être envisagée comme une *réaction biologique correspondant à des facteurs écologiques donnés*, *reste cependant*, *avant tout*, *un phénomène social.*

⁂

Avant de terminer, examinons encore brièvement l'influence de quelques facteurs sociologiques et historiques sur la distribution florale.

1. — INFLUENCE DES MOYENS DE TRANSPORT DES GRAINES

Rien ne semble à première vue devoir influer davantage sur l'extension des espèces et sur la distribution florale que la nature des moyens de transport des graines. Limitons-nous à deux exemples : Vogler (1), dans son étude sur les moyens de dispersion des plantes alpines, nous apprend que, « parallèlement à l'augmentation d'intensité des vents et parallèlement à la diminution du nombre des animaux et du nombre des phanérogames aquatiques, *la proportion des anémochores*, c'est-à-dire des plantes dont les graines sont transportées par le vent, est notablement plus forte dans les Alpes qu'en plaine ».

La dominance des anémochores dans la flore alpine est le *résultat d'une véritable sélection* (2) provenant de ce que, lors de l'immigration post-glaciaire de la flore, ces espèces-là ont été favorisées dans leur transport grâce à l'intensité et à la fréquence des vents dans les régions élevées.

Un second exemple concernant l'influence du mode de transport des graines nous est fourni par V. Gallemaerts (3). Cet auteur étudie la distribution de 92 espèces vivant en épiphytes sur les saules et les peupliers têtards de la partie poldérienne du Veurne-Ambacht et des bords de l'Escaut. Il constate : 1° que sur ces 92 espèces, 83, soit les 1/10, *proviennent des localités immédiatement voisines;* 2° qu'aucune des espèces en question n'acquière ni ne présente de caractères d'adaptation spéciaux à l'épiphytisme, et que bon nombre d'autres espèces pourraient vivre dans les mêmes conditions si leurs graines pouvaient atteindre la tête des saules; 3° que la *dissémination par le vent* joue le rôle principal et détermine le transport de 63 % des espèces, tandis que 20 % sont transportés par les animaux et 17 % par des procédés mal connus et non apparents.

---

(1) P. Vogler : *Ueber die Verbreitungsmittel der schweizer Alpenpflanzen. Flora*, 1901, Bd. 89.

(2) *Loc. cit.*, p. 95.

(3) Sur les phanérogames épiphytes de la partie poldérienne du Veurne-Ambacht et des bords de l'Escaut. *Recueil de l'Institut botanique*, Léo Errera, t. VIII, Bruxelles 1909.

Il est intéressant de remarquer que ces proportions sont à peu près celles qui existent entre les divers moyens de dissémination des graines chez les 213 espèces connues, vivant en épiphyte dans l'Europe occidentale.

Une des conclusions les plus intéressantes du travail de Gallemaerts concerne l'influence que le « territoire d'ensemencement » (c'est-à-dire celui qui alimente la florule des têtards) ainsi que le degré de fréquence des espèces porte-graines qui s'y trouvent, exerce *sur la composition de la flore épiphyte* des saules avoisinants et sur *la fréquence relative des espèces qui la constituent.* Gallemaerts montre que la présence ou l'absence sur les têtards d'une espèce donnée ainsi que son degré de fréquence dépendent de son abondance, c'est-à-dire du nombre des individus qui la représentent dans le territoire d'ensemencement le plus proche.

Cette observation s'applique également à la flore du pierrier de Sandalp dont la population végétale est formée, comme nous l'avons vu (p. 10), essentiellement d'éléments répandus dans les stations voisines et dont plus de la moitié n'a même pas de préférence marquée pour le sol pierreux et sablonneux des alluvions.

Dans ce cas également, la composition florale dépend avant tout de la *proximité* du territoire d'ensemencement (1) ainsi que la fréquence relative des espèces qui s'y trouvent.

---

(1) Voir à ce propos : G. Bonnier : Etudes sur la végétation de la vallée de Chamonix et de la Chaîne du Mont-Blanc, végétation qui s'installe sur les terrains nouvellement abandonnés par les glaces; *Revue générale de Botanique*, t. 1, p. 208.

Voir aussi J. Coaz : Du développement des plantes phanérogames sur le terrain abandonné par les glaciers. *Archives des sciences physiques et naturelle, 3e période*, t. 17, p. 543, Genève, 1887.

Dans ce travail, Coaz transcrit la liste des espèces qui se sont installées sur

Le moment de l'année où la surface libre du pierrier s'est offerte à la colonisation ainsi que la direction et le degré de violence du vent ont pu jouer le rôle de *causes fortuites* capables, lors du premier ensemencement, d'influer sur l'élection des premiers occupants ; toutefois, la part de ces circonstances accidentelles dans le peuplement définitif ne paraît pas avoir été très considérable.

Encore un mot à propos de la florule des têtards pour signaler l'influence que l'étendue de la station, soit l'espace offert au développement des épiphytes exerce sur leur diversité spécifique. Avec l'augmentation de surface du territoire épiphytique, on constate

---

les portions de la moraine frontale laissées libres par le retrait du glacier du Rhône, de 1874 à 1883, soit pendant dix années, à l'altitude de 1.800 mètres environ.

Tandis que les trois dernières zones de retrait, correspondant aux années 1881 à 1883, n'ont été colonisées que par une seule espèce de phanérogame, *Saxifraga aizoides*, les zones plus anciennes présentent une richesse florale qui va croissant avec l'âge : sur une surface de 28.000 m^2 environ, la cinquième zone découverte depuis cinq ans, ne possède encore que 9 espèces, la quatrième, 12 espèces appartenant à 11 genres, la troisième zone, âgée de 8 ans et mesurant 36.000 m^2 est occupée déjà par 23 espèces appartenant à 18 genres, la 2^e zone (9 ans et 26.000 m^2), par 37 espèces appartenant à 26 genres, enfin la première zone (38.000 m^2) vieille de 10 ans, est peuplée de 39 espèces appartenant à 27 genres différents. A mesure que le terrain découvert s'améliore, c'est-à-dire s'enrichit en substances organiques, ses conditions écologiques se diversifient, sa richesse florale augmente et *son coefficient générique s'abaisse*. Tandis que le C. g. est de 90 % dans les zones les plus jeunes, il s'abaisse à 70 % dans la deuxième zone âgée de 9 ans, et à 69 % dans la première zone découverte depuis 10 ans, il s'abaisse enfin à 54 % lorsqu'on envisage l'ensemble des dix zones. Ce chiffre remarquablement faible pour une surface si petite (250.000 m^2, environ) est l'expression de la diversité écologique créée par la juxtaposition de zones d'âge différent, alors même que le substratum initial de ces zones ne présente de l'une à l'autre que de faibles différences.

L'influence de l'âge des zones sur leur caractère écologique ressort également de l'examen des coefficients de communauté ; tandis que les zones 1 et 2, les deux plus anciennes, ont un C. c. de 33 % (19 espèces communes sur 57 espèces distinctes), le C. c. des zones 1 et 3 n'est plus que 21 % et celui des zones 2 et 3, 15 % seulement.

Bien que le territoire d'ensemencement soit le même pour les 10 zones sus-mentionnées, la végétation de celles-ci se modifie d'année en année, tout d'abord par l'adjonction d'espèces qui, sur un terrain trop jeune, ne peuvent s'établir, puis, plus tard, par l'élimination de celles que la concurrence des nouvelles arrivées fait disparaître. Plusieurs des premières occupantes des zones jeunes ne se rencontrent plus en effet dans les zones les plus anciennes. Ces changements dans la composition du tapis végétal se poursuivent jusqu'à ce que s'établisse entre toutes les espèces concurrentes, un état de stabilité relative.

que les conditions écologiques pourtant bien uniformes des têtards se diversifient, soit que le caractère du climat et celui de la faune, la direction des vents, la nature du support, c'est-à-dire celle des arbres taillés en têtards, varient, soit que de nouveaux territoires d'ensemencement possédant une composition florale différente entrent en jeu.

Cette diversité croissante se traduit par un abaissement correspondant du C. g. ainsi que le montre le tableau-suivant :

	Espèces	Genres	C. g.
Sur les Peupliers têtards (peu nombreux) du Veurne-Ambacht . . .	12	11	91 %
Sur les saules têtards (très nombreux) du Veurne-Ambacht. . . .	65	56	86 %
Sur l'ensemble des têtards du Veurne-Ambacht et des bords de l'Escaut	92	76	83 %
Sur l'ensemble des têtards de l'Europe méridionale	213	142	67 %

Relevons encore le fait que les 213 espèces épiphytes de l'Europe méridionale nous fournissent les C. g. suivants pour les Dialypétales les Gamopétales et les Monocotyles.

C. g. total	67 %	C. g. Gamopétales.	68 %
C. g. Dialypétales . .	63 %	C. g. Composées . .	70 %
		C. g. Monocotyles .	70 %

Etant donné l'area extraordinairement disjoint des têtards et surtout les lacunes probables de nos connaissances quant au nombre total des espèces épiphytes d'Europe occidentale, les écarts de 1, 3 et 4 % observés entre les chiffres ci-dessus sont relativement faibles, surtout si l'on songe aux conditions très particulières qui président au peuplement des têtards et le rôle prépondérant du vent dans l'ensemencement des épiphytes.

Rappelons encore à ce propos que la dominance des anémochores signalée par Vogler dans la flore des Alpes ne trouble en rien non plus la concordance des C. g. des grandes divisions florales, concordance qui s'observe même, comme nous l'avons rappelé déjà, sur des portions restreintes du territoire alpin.

2.— INFLUENCE DU CLIMAT SUR LES RAPPORTS DES INSECTES ET DES FLEURS.

Grâce aux travaux de H. Muller, de Knuth, de Loew et d'autres encore (1), nous savons que le climat influe sur la proportion relative des divers groupes d'insectes butineurs, lesquels ont été distingués par Loew en trois catégories principales, les allotropes, les hémitropes et les eutropes suivant le degré d'adaptation qu'ils présentent vis-à-vis des fleurs qu'ils visitent.

Les premiers comprennent surtout les diptères et hyménoptères à courte trompe; les derniers, les abeilles à longues trompes et les papillons; les seconds, des mouches et des abeilles à trompes de moyenne longueur.

Par analogie, Loew distingue les fleurs en allo-, hémi- et eutropes, suivant la catégorie d'insectes qui les visitent de préférence. Tandis que dans les plaines de l'Europe centrale, la proportion des plantes eutropes atteint 40 %, celle des hémitropes 26 % et celle des allotropes 34 %, dans les Alpes ce sont les hémitropes (33 %), et surtout les allotropes (38 %) qui l'emportent alors que la proportion des eutropes tombe à 29 %. Au-dessus de 2.000 mètres, la prédominance des allotropes va encore en s'accentuant. La même chose s'observe dans le Caucase et dans les Pyrénées.

Il est intéressant de remarquer que l'augmentation des hémitropes et surtout des allotropes déterminée par le climat des régions élevées s'accompagne, dans les Alpes en particulier, d'une augmentation notable du nombre des lépidoptères, c'est-à-dire des insectes eutropes lesquels, de concert avec les représentants des deux autres catégories, participent largement à la visite des fleurs hémitropes et allotropes.

On sait d'autre part qu'avec l'altitude augmente aussi la proportion des *fleurs autogames* de même que celle des *plantes vivaces*.

Ici encore nous avons affaire à *diverses formes de réaction de la flore vis-à-vis du climat en grande partie indépendantes de la composition spécifique* du tapis végétal, puisqu'elles se manifestent d'une manière analogue dans le Caucase et les Pyrénées, c'est-à-dire dans des régions floristiquement très dissemblables et *qui n'influent pas d'une manière appréciable sur la relation des C. g. des grandes divisions florales.*

---

(1) D'après A. Günthard : *Die Blütenbiologie der Alpenflora*, in C. Schröter : *Das Pflanzenleben der Alpen*, Zürich, 1904, p. 676-697.

3. — INFLUENCE DES CAUSES HISTORIQUES SUR LA DISTRIBUTION FLORALE.

On sait que la flore des Alpes ne s'est pas constituée aux dépens des éléments des plaines avoisinantes; ceux-ci ne représentent en effet que le 7,4 % des 420 espèces de phanérogames qui peuplent la région alpine de la Suisse. La plus grande partie, soit 57,3 %, provient par immigration d'autres chaînes de montagnes européennes ou d'autres portions de la chaîne alpine, et plus de 30 % sont des espèces arctiques ou altaïques (1).

La flore du Plateau suisse est elle-même loin d'être homogène; à côté d'un petit nombre d'espèces artico-alpines ayant persisté depuis l'époque glaciaire, bon nombre d'éléments d'origine asiatique, pontique ou panoniques, ainsi qu'un groupe important d'espèces méditerranéennes et d'espèces atlantiques, se trouvent mélangées au gros contingent des ubiquistes de l'Europe centrale.

Cette diversité d'origine témoigne que des causes fort variées ont influé sur la distribution florale actuelle, laquelle nous paraît réaliser un état d'équilibre relativement stable, état d'équilibre que nous avons cherché à caractériser par la concordance entre les C. g. des grandes divisions florales. Cette concordance, qui est à la fois *générale* et *élémentaire*, c'est-à-dire décelable aussi bien chez des associations numériquement restreintes que dans la flore de régions étendues, étant indépendante de l'influence particulière que les *causes historiques* (influence de régions géographiques éloignées ou de territoires d'ensemencement voisins) exercent sur *la composition florale*, ainsi que de l'action spéciale des *facteurs édaphiques et climatiques* sur la *physionomie et la biologie florale* (adaptation); doit être en définitive *la conséquence d'une propriété intrinsèque des organismes végétaux.*

---

(1) D'après M. Jerosch. *Geschichte und Herkunft der schweiz. Alpenflora.*, Leipzig, 1903.

De même que dans chaque organisme, l'amplitude des variations morphologiques individuelles est subordonnée au maintien de sa nature spécifique (celle-ci étant caractérisée par un groupement cellulaire et une coordination physiologique déterminés), de même le pouvoir d'expansion des diverses espèces végétales se trouve subordonné au maintien d'un certain équilibre dans le groupement social qu'elles constituent.

Je n'entends pas dire par là que les conditions de milieu au sens le plus large du mot ne constituent pas *la raison des variations observées dans la composition florale*, locale ou régionale, j'aimerais suggérer seulement qu'il dépend de l'essence même des organismes végétaux que les différences locales et régionales ne fassent pas sur tel ou tel point du globe triompher d'une manière *exclusive* l'un ou l'autre des sous-embranchements du règne végétal. De même qu'il n'y a pas de « stations » qui soient l'apanage exclusif d'un *genre* ou d'une *famille* de végétaux, de même il n'y a pas de « régions » où les Monocotyles, par exemple, se développent à l'exclusion des Dicotyles ou vice versa.

Au point de vue de leur degré de *perfection utile*, caractérisé par leur plus ou moins grande *puissance d'expansion*, les grandes subdivisions des Angiospermes, les Dialypétales, les Gamopétales et les Monocotyles, *constituent trois formes parallèles d'évolution*, placées sensiblement sur le même pied et qui, sous tous les climats et dans toutes les contrées du globe réussissent, dans les *conditions actuelles*, à maintenir *grosso modo* leurs positions respectives.

Alors même que certaines stations favorisent le développement prépondérant de tel ou tel groupe de végétaux, on constate que, sur un territoire étendu ces influences locales s'égalisent et se contrebalancent dans la mesure propre au maintient de l'équilibre dont nous parlions tout à l'heure.

Institut de Botanique générale et de Physiologie
de l'Ecole polytechnique fédérale. Zurich, juin 1913.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

DOTT. L. PETRI. — **Ricerche sulle cause dei deperimenti delle viti en Sicilia.** *Mem. della Staz. di Path. vegel.*, Roma 1912. — **Sul significato Patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti delle Vite.** *R. delle R. Ac. dei Lincei*, août 1913.

Le *Roncet* ou *court-noué* est une altération considérée généralement comme étant de nature physiologique. Elle a été signalée sur la vigne, en Europe, depuis de longues années. MM. RAVAZ et SOURSAC et de nombreux praticiens français ont vu dans cette maladie que caractérisent le rapprochement des mérithalles, leur épaississement, une teinte noire les recouvrant, et qui provoque finalement le dépérissement de la vigne, une conséquence des lésions produites par les gelées. Plus récemment, M. PETRI, à la suite de nombreuses recherches histologiques, a signalé comme caractère lié à la maladie, la présence dans tous les tissus des régions atteintes de cordons endocellulaires et M^{elle} Eva MAMELLI, reprenant les recherches de M. PETRI, a reconnu l'existence de ces cordons dans les vignes atteintes de Roncet. Toutefois, cette botaniste indique en outre qu'on rencontre aussi dans les vignes saines des cordons endocellulaires et qu'on ne saurait ainsi diagnostiquer la maladie en se basant sur l'existence des cordons signalés. Dans ses nombreux mémoires qu'accompagnent de belles reproductions photographiques de ses préparations, M. PETRI indique nettement que la formation et la localisation des cordons endocellulaires, représentant des dépendances anormales de la membrane, précèdent et accompagnent toutes les manifestations du *court-noué.* La cause provoquant la formation de ces cordons serait, d'après le phytopathologiste italien, qui confirme ainsi les travaux de RAVAZ et SOURSAC, constituée par des abaissements répétés de température pendant l'accroissement des jeunes pousses. Toutefois, bien qu'il soit constant de voir apparaître à la suite des gelées à la fois les cordons endocellulaires et le *court-noué*, M. PETRI estime que le froid n'est pas le seul agent engendrant ces manifestations pathologiques. Il a pu constater en effet, maintes fois, que, dans le même endroit, des vignes de la même variété et du même âge ne sont pas toutes atteintes et que celles qui le sont, ne le sont pas dans la même mesure. Le froid serait ainsi un des agents perturbateurs de l'activité cellulaire, il contribuerait dans une large part à engendrer les cordons endocellulaires que l'on constate dans le *court-noué*, mais son action, pour être efficace, doit s'ajouter à celles d'autres facteurs qui nous sont encore inconnus. M. PETRI a trouvé dans cet ordre d'idées qu'il ne s'agissait ni d'influence parasitaire, ni d'action toxique; il conclut donc que le *court-noué*, dont les manifestations sont toujours accompagnées de la formation de cordons endocellulaires, doit être considéré comme un cas tératologique de variation gemmaire.

Pierre BERTHAULT.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Un « diplôme d'études agronomiques » est créé à l'Université de Caen. Aucun grade universitaire ne sera exigé des candidats; avant de suivre les cours, ils devront subir un examen d'entrée portant sur le programme d'histoire naturelle et de chimie de la classe de philosophie. L'enseignement pour la préparation à ce diplôme comporte : 60 leçons de Botanique et Zoologie agricoles, 8 leçons de Géologie, 15 leçons de Chimie, 4 leçons de Météorologie et 10 leçons de Technologie. 85 séances de trois heures, pour les Travaux pratiques, complètent cette préparation.

⁂

On annonce la mort, à l'âge de 45 ans, de M. **Bengt Lidforss**, de l'Université de Lund.

⁂

Un service botanique, placé sous le contrôle du Directeur de l'Agriculture, est créé à Tunis et fonctionne depuis le 1er janvier 1914.

Ce service a pour mission :

1° De réunir et d'étudier, en vue de leur acclimatation et de leur culture, les végétaux intéressant l'agriculture, l'horticulture et l'arboriculture de la régence.

2° De produire les semences, boutures, greffons, plants que la Direction générale de l'agriculture jugera utile de propager;

3° D'entretenir un jardin d'essais réservé aux espèces cultivées et spécialement affecté à la vulgarisation et à l'enseignement.

⁂

M. **Mirande** a soutenu avec succès, devant la Faculté des Sciences de Paris, en vue d'obtenir le grade de docteur ès-sciences naturelles, une thèse relative à des *Recherches chimiques sur la membrane et sur le sectionnement du thalle chez les Siphonales.*

M. L. **Conrard** a soutenu avec succès, devant la même Faculté, en vue d'obtenir le titre de docteur de l'Université, une thèse relative à des *Recherches botaniques et chimiques sur deux graines de la famille des Sapindacées.*

⁂

On annonce la mort de M.-J. **Lütkemüller**, bien connu par ses travaux sur les Desmidiées.

⁂

M. F.-L. **Stevens** vient d'être nommé Professeur de Pathologie végétale à l'Université de l'Illinois.

Lille. — Imp. PLATEAU & Cie.

Le Gérant, Ch. Pieters

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE

Adkinson, J. — Some features of the anatomy of the Vitaceæ. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Becquerel, P. — L'ontogénie vasculaire de la plantule du Lupin et ses conséquences pour certaines théories de l'anatomie classique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Blackman, V.-H., and Welsford. — Fertilization in *Lilium*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Browne, I. — Anatomy of the cone and fertile stem of *Equisetum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Burkom, H.-J. van. — Het verband Tusschen den Bladstand en de Verdeeling van de Groeisnelheid over den Stengel. (Boek. Gebr. Belinfante Gravenhage).

Chauveaud, Gustave. — Le type Cycadéen et la phylogénie des Phanérogames. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Choux, P. — Sur le revêtement cireux de quelques plantes aphylles du Sud-Ouest de Madagascar. (*Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, T. IV, 1912).

Coburn, H. — The fruiting of *Catenella Opuntia*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Eames, A.-J. — The morphology of *Agathis australis*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Gager, S.-G. — Ingrowing sprouts of *Solanum tuberosum*. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, N° 6, 1912).

Gatin et Bret. — Les variétés d'*Elœis guineensis* Jacq. de la Côte d'Ivoire, et leurs fruits parthénocarpiques. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Grégoire, V. — La télophase et la prophase dans la caryocinèse somatique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Guérin, P. — Le tégument séminal et les trachées nucellaires des Thyméléacées. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Guilliermond, A. — Sur les mitochondries des champignons. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

GUILLIERMOND, A. — Nouvelles observations sur la sexualité des levures. (*Archiv für Protistenkunde*, 1912).

HEMENWAY, A.-F. — Studies on the phloem of the Dicotyledons. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, N° 3, 1913).

HICKEL, R. — Sur la décurtation. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

HOLDEN, Ruth. — Ray tracheids in the Coniferales. (*The botanica-Gazette*, V. LV, N° 1, 1913).

JACZEWSKI, A. de. — Une forêt de *Claviceps purpurea* Tul. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

JADIN et JUILLET. — Recherches anatomiques sur trois espèces de *Kalanckoe* de Madagascar. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

JUILLET. — Recherches anatomiques et morphologiques sur le *Pelea madagascarica*, H. Br. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

KORIBA, K. — Uber die Blattstellungslehre. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVII, N° 314, 1913).

KUSANO, S. — A primitive sexuality in the Olpidiaceæ. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVII, N° 314, 1913).

LITARDIÈRE, R. de. — Variations de volume du noyau et de la cellule chez quelques Fougères durant la prophase hétérotypique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

MARCHAL, E. — Recherches cytologiques sur le genre « *Amblystegium* ». (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. LI, 2e série, T. I, Volume Jubilaire, 1912).

MOLL and JANSSONIUS. — The linnean method of describing anatomical structures. Some remarks concerning the paper of Mrs. Dr. Marie C. Stopes, entitled : « Petrifactions of the earliest European Angiosperm ». (*Koninklijke Akad. van Wetensch. te Amsterdam*, 1912).

MOREAU, Fernand. — Les phénomènes morphologiques de la reproduction sexuelle chez le *Zygorhynchus Dangeardi* Moreau. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MOREAU, Mr et Mme F. — Les corpuscules métachromatiques et la phagocytose. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

MORVILLEZ, F. — Contribution à l'étude de quelques-uns des principaux types foliaires de la famille des Salicinées. (*Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France*, 1912).

MURBECK, Sv. — Untersuchungen über den Blütenbau der Papaveraceen. (*Kungl. Svenska Vetenskap. Handl.* Bd. 50, N° 1, 1912).

NICOLAS, G. — Sur le parasitisme du *Phyllosiphon Arisari* Kühn. (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 4e année, N° 4, 1912).

Nicolas, G. — Sur une graine à mucilages (*Urtica pilulifera* L.). (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 4e année, No 5, 1912).

Nohara, S. — On the germination of seeds of some *Salix*. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVII, No 313, 1913).

Osawa, I. — Cytological and experimental studies in *Citrus*. (*Journal of the College of Agriculture. Imperial University of Tokyo*, Vol. IV, No 2, 1912).

Rouville, E. de. — Technique microscopique, d'après Böhm et Oppell. (Vigot, éditeur, Paris).

Sartory, A. — Etudes morphologique et biologique d'un bacille rouge. (*Comptes Rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Sinnott, E.-W. — The morphology of the reproductive structures in the *Podocarpineæ*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, No CV, 1913).

Souèges, R. — Recherches sur l'embryogénie des Renonculacées. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Stoland, O.O. — The abortive spike of *Botrychium*. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, No 6, 1912).

Strasburger und Kœrnicke. — Das botanische Praktikum. (Gustav Fischer, Iéna, 1913).

Transeau, E.-N. — The life history of *Glœotænium*. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 1, 1913).

Walker, N. — On abnormal cell-fusion in the archegonium; and on spermatogenesis in *Polytrichum*. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, No CV, 1913.

Yamanouchi, S. — The life history of *Cutleria*. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, No 6, 1912).

II. — PHYSIOLOGIE

André, G. — Sur la migration des éléments minéraux et sur le déplacement de ces éléments chez les feuilles immergées dans l'eau. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Balls, W.-L. — Apparent fallacies of electrical responce in cotton plants. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, No CV, 1913).

Blackledge, L.-M. — Variations in the NaCl content of non-halophytes. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, No CV, 1913).

Ceillier, R. — Recherches sur les facteurs de la répartition et sur le rôle des mycorhizes. (*Thèse de Doctorat ès-sciences naturelles*, Paris, Jouve, 15, rue Racine, 1912).

Clément, H. — Action de l'argent sur la végétation de l'*Aspergillus niger*. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913.)

Dachnowski, A. — The nature of the absorption and tolerance of plants in bogs. (*The botanica Gazette*, Vol. LIV, No 6, 1912).

Dangeard, P.-A. — Présentation d'un spectrogramme de croissance. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Deleano, N. T. — Studien über den Atmungsstoffwechsel abgeschnittener Laubblätter. (*Jahrbüch, fur wiss. Bot.* Bd. LI, 1912).

Deleano, N. T. — Untersuchungen über die in Weinblättern enthaltenen Kohlenhydrate und stickstoffhaltigen Körper. (*Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*, Bd. 80, H. 1., 1912).

Deleano, N. T. — Atmungsstoffwechsel abgeschnittener Laubblätter. (*Bulletin de la section scientifique de l'Académie roumaine*, No 2, 1912-1913).

Famincyn, A. — Die Symbiose als Mittel der Synthese von Organismen. (*Berich. der Deutsch. Bot. Gesell.*, Bd. XXX, H. 8, 1912).

Gain, E. et Brocq-Rousseu. — Résistance à l'iodure de potassium de l'*Acremonium Potronii* Vuill. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Grafe und Vouk. — Untersuchungen über den Inulinstoffwechsel bei *Cichorium Intybus* L. (Zichorie), II. (*Biochemische Zeitschrift*, Bd. 47, H. 3 und 4, 1912).

Guilliermond, A. — Recherches sur le mode de formation de l'amidon et sur les plastes des végétaux (leuco-, chloro- et chromoplastes). — Contribution à l'étude des mitochondries chez les végétaux. (*Archives d'anatomie microscopique*, T. XIV, Fascicule III, 1912).

Harreveld, Van Ph. — Ein universal-Klinostat. (*Recueil des travaux botaniques Néerlandais*, Vol. IX, Livre 2, 1912).

Hoffmann. — Paraffin blocks for growing seedlings in liquid culture solutions. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 3, 1913).

Javillier, M. — Essais de substitution du glucinium au magnésium et au zinc pour la culture du *Sterigmatocystis nigra*, V. Tgh. (*Aspergillus niger*). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Kelley, W.-P. — The effects of calcium and magnesium carbonates on some biological transformations of nitrogen in soils. (*University of California publications*, Vol. 1, No 3, 1912).

Koriba, K. — On the torsion of *Spirathes*-spikes. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, No 308, 1912).

Lepierre, C. — Remplacement du zinc par le glucinium dans la culture de l'*Aspergillus niger*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Lepierre, C. — Sur la non-spécificité du zinc comme catalyseur biologique pour la culture de l'*Aspergillus niger*. Son remplacement par d'autres éléments (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Le Renard, A. — Influence du milieu sur la résistance du Pénicille crustacé aux substances toxiques. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, T. XVI, 1912).

Lesage, Pierre. — Sur la courbe des limites de la germination des graines après séjour dans les solutions salines (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Lesage, Pierre. — Sur l'attitude de quelques semences soumises à l'action de solutions diverses de sulfate de cuivre. (*Bulletin de la Société scientifique et médicale de l'Ouest*, T. XXI, N° 3, 1912).

Lundegardh, Henrik. — Uber die Permeabilität der Wurzelspitzen von *Vicia Faba* unter verschiedenen äusseren Bedingungen. (*Kungl. Svenska Vetenskap. Handl.*, Bd. 47, N° 3, 1911).

Maquenne et Demoussy. — Sur la valeur et un nouveau mode d'appréciation du quotient respiratoire des plantes vertes. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Maquenne et Demoussy. — Sur la valeur des coefficients chlorophylliens et leurs rapports avec les quotients respiratoires réels. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Maquenne et Demoussy. — Influence des conditions antérieures sur la valeur du quotient respiratoire chez les feuilles vertes. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Molisch, H. — Über der Einfluss der Radiumemanation auf die höhere Pflanze. (*Sitzungsber. der k. Akad. derWiss. in Wien.* Bd. CXXI, Abt. I, 1912).

Moore and Goodspeed. — Galvanotropic orientation in *Gonium pectorale.* (*University of California publications*, Vol. 4, N° 4, 1911).

Müntz, A. — La luminosité et l'assimilation végétale. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Osterhout, W. J. V. — Plants which require sodium. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, N° 6, 1912).

Osterhout, W. J. V. — The effect of anesthetics upon permeability. (*Science*, Vol. XXXVII, N° 942, 1913).

Osterhout, W. J. V. — Reversible changes in permeability produced by electrolytes. (*Science*, Vol. XXXVI, N° 924, 1912).

Osterhout, W. J. V. — Some chemical relations of plant and soil. (*Science*, Vol. XXXVI, N° 931, 1912).

Petit et Ancelin. — De l'influence de la radioactivité sur la germination. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Pinoy et Magrou. — Sur la stérilisation des graines. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Porodko, Th. M. — Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen. III Mitt. Das Wesen der traumatropen Erregung bei den Pflanzenwurzeln. (*Berich. der D. Bot. Gesell.*, Bd. XXX, H. 9, 1912).

Robert, Mlle C. — Rôle antitoxique du calcium vis-à-vis de quelques sels nutritifs dans la culture en milieu liquide du Pois et du Lupin. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Sauton, B. — Sur la sporulation de l'*Aspergillus niger* et de l'*Aspergillus fumigatus.* (*Comptes rendus de la Société Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Sauton, B. — Sur la sporulation de l'*Aspergillus fumigatus*. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Stoklasa, J. — De l'influence de l'uranium et du plomb sur la végétation. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Tournois, J. — Anomalies sexuelles provoquées chez le Houblon japonais et le Chanvre par une diminution de la transpiration. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIII, 1912).

Verschaffelt, E. — Le traitement chimique des graines à imbibition tardive. (*Recueil des Travaux botaniques Néerlandais*, Vol. IX, Livre 4, 1912).

Vilmorin, M. de. — Sur la chute spontanée des rameaux de certains arbres. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4^e^ série, T. XII, 1912).

Vouk, V. — Zur Kenntnis des Phototropismus der Wurzeln. (*Sitzungsber. der k. Akad. den Wiss. in Wien*, Bd. CXXI, 1912).

Vouk, V. — Ein verbesserter neuer Wiesnerscher Insolator zur Bestimmung der chemischen Lichtintensität für biologische Zwecke. (*Zeitschrift für biol. Technik und Methodik*, 1913).

III. — CHIMIE VÉGÉTALE

André, G. — Chimie agricole. — Chimie du sol. (Encyclopédie agricole, Baillière, Paris, 1913).

Berg, A. — La peroxydase d'*Ecbabillium elaterium* A. Rich. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Berthelot, D. et Gaudechon. — Sur l'inversion du saccharose par les rayons ultraviolets. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Bertrand, G. et M. et M^me^ Rosenblatt. — Activité de la sucrase de Kôji en présence des divers acides. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Bierry, H. — Dédoublement diastasique des glucosides et des galactosides. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Bourquelot, Em. — La synthèse des glucosides à l'aide de l'émulsine. (*Revue scientifique*, 1913).

Bourquelot et Bridel. — Synthèse des glucosides d'alcool à l'aide de l'émulsine : phényléthylglucoside β et cinnamylglucoside β. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Bourquelot et Bridel. — Synthèse de glucosides d'alcools à l'aide de l'émulsine. IX : phényléthylglucoside β et cinnamylglucoside β. (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 7^e^ série, T. VII, 1913).

Bourquelot et Coirre. — Données nouvelles sur la réversibilité de l'action fermentaire de l'émulsine. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

BOURQUELOT, HÉRISSEY et BRIDEL. — Synthèses de galactosides d'alcool à l'aide de l'émulsine. Propylgalactoside β et benzylgalactoside β. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

BOURQUELOT, HÉRISSEY et BRIDEL. — Synthèse biochimique de glucosides d'alcools (glucosides α) à l'aide de la glucosidase α : méthylglucoside α. Destruction de la glucosidase α en milieu fortement alcoolique. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

BOURQUELOT, HÉRISSEY et BRIDEL. — Synthèse biochimique de glucosides d'alcools (glucosides α) à l'aide d'un ferment (glucosidase α) contenu dans la levure de bière basse séchée à l'air : éthylglucoside α. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

BOURQUELOT et VERDON. — La réversibilité des actions fermentaires : Emulsine et méthylglucoside β. (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 7e série, T. VII, 1913).

BOURQUELOT et VERDON. — La réversibilité des actions fermentaires. Emulsine et méthylglucoside β. (*C. R. Acad. des Sciences*. T. CLVI, 1913).

BRIDEL, Marc. — Sur la présence de la gentiopicrine et du gentianose dans les racines fraîches de la Gentiane Croisette (*Gentiana Cruciata* L.). (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 7e série, T. VII, 1913).

BRIDEL, Marc. — Sur la présence de la gentiopicrine, du gentianose et du saccharose dans les racines fraîches de la Gentiane ponctuée. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

FOSSE, R. — Formation de l'urée par les végétaux supérieurs. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

FOSSE, R. — Formation de l'urée par deux moisissures. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

GERBER, C. — Analogies entre la coagulation du jaune d'œuf et la caséification du lait par le latex de l'Euphorbe des vallons (*Euphorbia Characias* L.). (*Comptes rendus de la Société Biologie*, T. LXXIV, 1913).

GERBER, C. — Les lipases des latex. I. — Activité lipolytique des divers latex. Variation saisonnière. Résistance à la chaleur. (*Comptes rendus de la Société Biologie*, T. LXXIV, 1913).

GERBER, C. — Différences entre la coagulation du jaune d'œuf et la caséification du lait par le latex de l'Euphorbe des vallons (*Euphorbia Characias* L.). (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

GERBER, C. — La lipase des latex. II et III. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

GERBER et GUIAL. — Extraction et essai des pancréatines du Figuier et du Mûrier à papier. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

GERBER et SALKIND. — Action physiologique des latex. V. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Gerber et Salkind. — Action physiologique des latex. I. Injections sous-cutanées de latex décaoutchouté ou non de *Ficus carica* L. chez le pigeon. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Gerber et Salkind. — Action physiologique des latex. II, III, IV. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Goupil, R. — Recherches sur les composés phosphorés formés par l'*Amylomyces Rouxii*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Kopaczewski, W. — Sur la dialyse de la maltase. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Mimuroto, Z. — Uber das Vorkommen von Adenin und Asparaginsäure in Maulbeerblättern. (*Journal of the College of Agricutlure, Imperial University of Tokyo*, Vol. V, N° 1, 1912).

Mirande, R. — Sur la présence de la callose dans la membrane des Algues siphonées marines. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Yabuta, T. — On Koji acid, a new organic acid from *Aspergillus Oryzæ*. (*Journal of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo*, Vol. V, N° 1, 1912).

IV. — CLASSIFICATION

Arbost, J. — Le *Physospermum aquilegifolium* Koch, hôte avéré de la flore française. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Atkinson, F.-G. — *Gautieria* in the eastern United States. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, N° 6, 1912).

Bainier et Sartory. — Etude morphologique et biologique du *Muratella elegans* n. sp. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Bainier et Sartory. — Nouvelles recherches sur les *Citromyces*. — Etude de six *Citromyces* nouveaux. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Bertrand. — Quelques notes sur les *Psathyra* et les *Psathyrella*, récoltés en Lorraine. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Biau, A. — Nouveautés phytographiques. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Bonnier, Gaston. — Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 15. Caryophyllées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bonnier, Gaston. — Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 16. — Caryophyllées, Elatinées, Linées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bonnier, Gaston. — Flore complète illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 17. — Tiliacées, Malvacées, Géraniées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bonnier, Gaston. — Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 18. — Géraniées, Hypéricinées, Acérinées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bonnier, Gaston. — Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 19. — Acérinées, Ampélidées, Hippocastanées, Méliacées, Balsaminées, Oxalidées, Zygophyllées, Hespéridées, Rutacées, Coriariées, Célastrinées, Staphyléacées, Ilicinées, Rhamnées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bonnier, Gaston. — Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique. — Fascicule 20. —. Rhamnées, Térébinthacées. Papilionacées. (E. Orlhac, Editeur, 1, rue Dante, Paris, 1913).

Bouly de Lesdain. — Notes lichénologiques. XV. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Bourdot et Galzin. — Hyménomycètes de France. IV. — Corticiés. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Buchegger, Josef. — Beitrag zur Systematik von *Genista Hassertiana*, *G. holopetala*, und *G. radiata*. (*Österr. bot. Zeitschrift*, 1912).

Buchet et Colin.— Le *Tricholoma pseudo-acerbum* Cost. et Dufour et son pigment. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Chatenier, C. — Plantes nouvelles, rares ou critiques du bassin moyen du Rhône. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Coste et Soulié. — Plantes nouvelles, rares ou critiques. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Daveau, J. — Deux Mimosées énigmatiques (*Acacia mauroceana* DC. et *Inga leptophylla* Lag.). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Diratzouyan e Béguinot. — Contributo alla flora dell'Armenia. (*Tipografia Armena die S. Lazzaro*, Venezia, 1912).

Douin. — L'*Ephemerum intermedium* Mitt. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Dubard, Marcel. — Les Sapotacées du groupe des Sydéroxylinées. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

Dupain, V. — Une Russule nouvelle, *Russula seperina* Dupain. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Engler und Gilg. — Syllabus der Pflanzenfamilien, 7e Auf. (Borntraeger, Berlin, 1912).

Famincyn, A. — Beitrag zur Kenntnis von *Bryopsis muscosa* Lam. (*Berich. der Deutsch. Bot. Gesell.*, Bd. XXX, H. 8, 1912).

Félix, M. — Etudes monographiques sur les Renoncules françaises de la section *Batrachium*, IV. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Finet, A. — *Vanda* nouveau de Birmanie. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 10, 1913).

Gadeceau, E. — Observations concernant l'identité du *Chenopodium anthelminticum* du port de Nantes. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Gadeceau, E. — Note sur quelques *Scleranthus* et leur hybride (*S. intermedius* Kittel). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Gagnepain, F. — *Dalbergia* nouveaux d'Indo-Chine. (*Notulæ systematicæ*, T. II, No 10, 1913.)

Gandoger, Michel. — Manipulus plantarum novarum præcipue Americæ australioris. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Guillaumin. — Nouvelle contribution à la flore de Bourail. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

Guilliermond, A. — Les levures. (*Encyclopédie scientifique*, Doin, Editeur, Paris, 1912).

Hamet, Raymond. — Sur un *Sedum* nouveau récolté par le R. P. Soulié. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hamet, R. — Observations sur le *Sedum heptapetalum* Poiret. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hamet et Perrier de la Bâthie. — Contribution à l'étude des Crassulacées malgaches. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, T. XVI, 1912).

Heckel, E. — Nouvelles observations sur les plantes de Nouvelle-Calédonie. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

Howe, R. H. — *Oropogon Loxensis* and its north american distribution. (*Mycologia*, Vol. IV, No 3, 1912).

Howe, R. H. — The lichens of the Linnean Herbarium with remarks on Acharian material. (*Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1912).

Howe, R. H. — A monograph of the north american *Usneacæ*. (*Annual report of the Missouri Botanical garden*, 1912).

Jaczewski, A. de. — Quelques nouvelles espèces de *Fusarium* sur Céréales. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Jancken, E. — Die Anwendung der Komplementbindungsmethode zur Ermittlung natürlicher Verwandtschaft von Tieren und Pflanzen. (*Mitteil. des Naturwiss. Vereines an der Univ. Wien*, 1912).

JANCKEN, E. — Zur Benennung der europaïschen Farne. (*Mitt. des Naturwiss. Vereines an der Univ. Wien*, 1912).

JUEL, O. H. — Beiträge zur Kenntnis der Gattungen *Taphrina* und *Exobasidium*. (*Svensk Botanisk Tidskrift*, Bd. 6, H. 3, 1912).

KIKKAWA, S. — On the classification of cultivated Rice. (*Journal of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo*, Vol. III, N° 2, 1912).

KOIDZUMI, G. — Morphology, systematik and phytogeography of Cupuliferæ, DC. (Fagaceæ, A. Br.). (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 312, 1912).

KUSANO, S. — One the life-history and cytology of a new *Olpidium* with special reference to the copulation of motile isogametes. (*Journal of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo*, Vol. IV, N° 3, 1912).

LE GENDRE. — Catalogue des plantes du Limousin. (*Revue scientifique du Limousin*, N° 240, 1912).

LUIZET, D. — Contribution à l'étude des Saxifrages du groupe des *Dactyloides* Tausch (13e article). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

LUIZET, D. — Présentation d'une espèce nouvelle, le *Saxifraga maubermeana*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MAKINO, T. — Observations on the flora of Japan. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 308, 1912).

MALINVAUD, E. — Florulæ oltensis Additamenta, ou Nouvelles annotations à la flore du département du Lot. XI. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MERRILL, E. D. — A flora of Manila. (*Bureau of Printing*, Manila, 1912).

MILDBRAED, J. — Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907-1908. Bd. II, Lief 5 : *Dicotyledoneæ-Choripetalæ*. II. Geraniales-Malvales. (Leipzig-Klinkhardt, 1912).

MIYOSKI, M. — Ueber *Deutzia crenata* Th. var. *plena* Max. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 312, 1912).

MONNET, Paul. — Les *Conringia* de l'Asie Orientale. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MONNET, Paul. — Révision des *Erysimum* de l'Asie orientale du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

MOREAU, F. — Une nouvelle Mucorinée hétérogame. *Zygorhynchus Dangeardi* sp. nov. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

NAKAI, T. — Notulæ ad plantas Japoniæ et Koreæ VI, VII, VIII, IX. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 308, 1912).

Nakai, T. — De Cirsio Japonico et Coreano. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 312, 1912).

Pellegrin, F. — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique occidentale : Dichapétalacées (= Chailletiacées). (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Pellegrin, F. — Note sur les Dixylées. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, T. XVI, 1912).

Reynier, A. — Un dernier mot sur le *Sedum Clusianum*. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Rouy, Georges. —Notices floristiques. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Sernander, Rutger. — Studier öfver lafvarnes biologi. I. Nitrofila lafvar. (*Svensk Botanisk Tidskrift*, Bd. 6, H. 3, 1912).

Setchell, W. A. — Studies in Nicotiana, I. (*University of California publications*, Vol. 5, N° 1, 1912).

Sudre, H. — Notes batologiques. IV. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Swingle, T. W. — *Feroniella*, genre nouveau de la tribu des *Citreæ*, fondé sur le *F. oblata*, espèce nouvelle de l'Indo-Chine. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Sawada, K. — *Uromyces hyalosporus* Sawada, sp. nov. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVII, N° 313, 1913).

Toni, G. B. de. — L'Erbario di Tommaso Andrea Morelli, medico del secolo XVIII. (*Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze*, Let. ed Arti, T. LXXII, 1912-1913.

Toni, G. B. de. — Intorno un erbario figurato del secolo XVI, (*Atti della Societa dei Naturalisti e Matem. di Modena*, Série IV, Vol. XIV, 1912).

V. — VARIATION, HÉRÉDITÉ

Blaringhem, L. — Phénomènes de xénie chez le Blé. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Blaringhem, L. — Cas remarquable d'hérédité en mosaïque chez des hybrides d'Orges (*Hordeum distichum nutans* Schüb. × *H. distichum nudum* L.). (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Blaringhem, L. — Observations sur la Rouille des Guimauves (*Puccinia Malvacearum* Mont.) (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Bret, C.-M. — Sur l'existence en Afrique occidentale de deux formes stables d'*Hevea brasiliensis* Mull. Arg. présentant une aptitude différente à la production du latex. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Buchet, S. — La prétendue hérédité des maladies cryptogamiques. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

De Vries, Hugo. — Die Mutationen in der Erblichkeitslehre. (Berlin, Borntræger, 1912).

East, E. M. — Inheritance of flower size in crosses between species of *Nicotiana*. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, N° 3, 1913).

Goodspeed, T. H. — On the partial sterility of *Nicotiana* hybrids made with *N. sylvestris* on a parent. (*University of California publications*, Vol. 5, N° 4, 1913).

Goodspeed, T. H. — Quantitative studies of inheritance in *Nicotiana* hybrids. (*University of California publications*, Vol. 5, N° 2, 1912).

Goodspeed, T. H. — Quantitative studies of inheritance in *Nicotiana* hybrids. II. (*University of California publications*, Vol. 5. N° 3, 1913).

Nicolas, G. — Une variation du *Cytinus Hypocistis* L. (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 4e année, N° 8, 1912).

Ramaley, F. — Mendelian proportions and the increase of recessives. (*The American Naturalist*, Vol. XLVI, 1912).

VI. — PATHOLOGIE ET TÉRATOLOGIE

Atkinson, F. G. — The perfect stage of the *Ascochyta* on the hairy Vetch. (*The botanical Gazette*, Vol. LIV, N° 6, 1912).

Baker, S. M. — Note on a new treatment for silver-leaf disease in fruit trees. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, N° CV, 1913).

Chaine. — Traitement des buis contre le *Monarthropalpus buxi* Lab. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Griffon, Ed., Ali Riza, Foëx et Berthault. — Une maladie du Maïs de Cochinchine. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Guinier, Ph. — Un cas de spécialisation parasitaire chez une Urédinée. (Parasitisme de *Gymnosporangium tremelloides* R. Hart. sur l'hybride *Sorbus confusa* Gremli). (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, T. LXXIV, 1913).

Houard, C. — Les galles de l'Afrique occidentale française. V. Cécidies nouvelles. (*Marcellia*, Vol. XI, Fasc. VI, 1912).

Ito and Sawada. — A new *Exobasidium*-disease of the Tea-plant. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVI, N° 308, 1912).

Jaczewski, A. de. — La rouille du Pommier sur les fruits. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXIX, 1913).

Kieffer, J. J. — Nouvelle contribution à la connaissance des Cécidomyies. (*Marcellia*, Vol. XI, Fasc. VI, 1912).

Lamberti, Maurice.— Note sur diverses Cécidies. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

Mer, Emile. — Le *Lophodermium nervisequum* parasite des aiguilles de Sapin. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Mer, Emile. — Le *Lophodermium nervisequum*, parasite des aiguilles du Sapin. (*Nancy*, A. Barbier, 4, Quai Choiseul, 1912).

Potrat. — Un cas curieux de tératologie végétale. (*Journal de la Société Nationale d'Horticulture de France*, 4e série, T. XIII, 1912).

Rabaud, E. — La cryptocécidie du ver des noisettes (*Balaninus nucum* L.) et la signification biologique des galles. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Ravaz, L. et G. Verge. — La germination des spores d'hiver de *Plasmopara viticola*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Toepffer, Ad. — Zweiter Beitrag zur Kenntnis arktischer und russischen Weidengallen. (*Marcellia*, Vol. XI, Fasc. VI, 1912).

Trabut. — Sur la chlorose infectieuse des *Citrus*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Trotter, A. — Contributo alla conoscenza delle galle della Tripolitania. (*Marcellia*, Vol. XI, Fasc. VI, 1912).

VII. — **PALÉONTOLOGIE**

Pelourde, F. — Observations sur le *Psaronius brasiliensis*. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, T. XVI, 1912).

Sukacev, V.-N. — Analyse des débris de plantes dans les aliments du mammouth trouvé près du fleuve Berezovka dans la province Iakutsk. (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, VIe série, 1913).

VIII. — **GÉOGRAPHIE BOTANIQUE**

Brenchley, W. E. — The weeds of arable land. III. (*Annals of Botany*, Vol. XXVII, No CV, 1913).

Conard, H. S. — Revegetation of a denuded area. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 1, 1913).

Cooper, W. S. — The climax forest of Isle Royale, Lake Superior and its development. I., II, III. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, Nos 1, 2, 3, 1913).

Delacour, Th. et L. Biollay. — Liste des plantes rares ou assez rares observées, de 1896 à 1898, à Montigny-sur-Loing et dans les environs. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Guffroy, C. — Notes sur la flore vosgienne. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Hayta, B. — On the geographical importance of the japanese *Parnassia* in the east asiatic flora. (*The botanical Magazine*, Vol. XXVII, No 313, 1913).

Jeanpert, E. — Note sur la flore du Queyras. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Jeanpert, E. — Sur quelques plantes du Queyras. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Kersers, L. de. — Localités nouvelles pour la flore du Berry. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Lemée, E. — Sur la présence de *Goodyera repens* en Normandie. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Massart, J. — Pour la protection de la nature en Belgique. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. LI, 2e série, T. I., volume jubilaire, 1912).

Ramaley and Elder. — The grass-flora of Tolland, Colorado and Vicinity. (*University of Colorado Studies*, Vol. IX, Nos 2-3, 1912).

Snow, L. M. — Progressive and retrogressive changes in the plant associations of the Delaware Coast. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 1, 1913).

Verhulst, A. — Quel est le vrai caractère biologique du *Raphanus Raphanistrum* et du *Sinapis arvensis* ? (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, 1911).

Verhulst, A. — Une station artificielle de plantes halophiles dans la Basse-Sambre. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, 1911).

Verhulst, A. — L'état actuel de nos connaissances sur la dispersion des espèces dans le district jurassique. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLVIII, 1911).

Verhulst, A. — La station du *Carex Davalliana*. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLIX, 1912).

Verhulst, A. — Deux nouvelles espèces pour le district jurassique. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLIX, 1912).

Verhulst, A. — Contribution à l'étude du caractère biologique des deux *Chrysosplenium*. (*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. XLIX, 1912).

Ward, F. K. — Some plant formations from the arid regions of Western China. (*Annals of Botany*, Vol. XXVI, 1912).

IX. — BOTANIQUE APPLIQUÉE

Baudon. — Sur quelques plantes alimentaires indigènes du Congo français. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

Daniel, Lucien. — Nouvelles recherches sur la greffe des *Brassica*. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Demolon, A. — Recherches sur l'action fertilisante du soufre. (*C. R. Acad. des Sciences*, T. CLVI, 1913).

Gervais, Prosper. — La réfection du vignoble et les nouveaux porte-greffes. (*Société des viticulteurs de France*, 1913).

Hosséus, C. C. D. — Hüte aus Pflanzenstoffen. (*Beihefte zum Bot. Centr.*, Bd. XXX, 1912).

Lutz, L. — Essais de culture du *Triticum dicoccum* Schr. var. *dicoccoides* Kcke. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Magnien, A. — Expérience sur l'emploi du soufre comme engrais, dans une culture de Betterave. (*Journal de la Société d'Horticulture de France*, 4e série, T. XIV, 1913).

Magnien, A. — Expérience sur l'emploi du soufre comme engrais dans la culture des Navets, en 1912. (*Journal de la Société d'Horticulture de France*, 4e série, T. XIV, 1913).

Wildeman, E. de. — Les Bananiers. (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1912).

X. — **SUJETS DIVERS**

Boudier, Em. — Notice sur M. Léon Rolland. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Doinet, L. — Nature de la pruine recouvrant certains polypores. (*Société Linnéenne de Bordeaux*, T. LXVI, 1912).

Gave, P. — Histoire d'un herbier. (Masson, Thonon, 1912).

Hua, Henri. — Notice sur Henri de Boissieu. (*Bulletin de la Société botanique de France*, 4e série, T. XII, 1912).

Magnin, A. — Sur un cas remarquable d'empoisonnement par les Champignons. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, T. XXVIII, 1912).

Nichols, G. E. — A simple revolving table for standardizing porous cup atmometers. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 3, 1913).

Ramaley, F. — What is Biology and what is a « biological survey ». (*Science*, Vol. XXXV, No 889, 1912).

Starr, A. M. — Poisoning by Ginkgo. (*The botanical Gazette*, Vol. LV, No 3, 1913).

Toni, G. B. de. — Nuovi documenti sulla vita e sul carteggio di Bartolomea Maranta medico e semplicista del secolo XVI. (*Atti del Reale Istituto Venetodi Scienze, Lett. ed Arti*, T. LXXI, 1911-1912).

Toni, G. B. de. — Frammenti Vinciani Parte sesta. (*Atti della Societa dei Naturalisti e Mat. di Modena*, Série IV, Vol. XIV, 1912).

Gustav **FISCHER**, Iéna — 1913

Organographie der Pflanzen

INSBESONDERE DER
ARCHEGONIATEN UND SAMENPFLANZEN

von

Dr K. GOEBEL
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

ERSTER TEIL
ALLGEMEINE ORGANOGRAPHIE

PREIS : M. 16

MIKROCHEMIE DER PFLANZE

VON

Dr HANS MOLISCH
O. Ö. PROFESSOR UND DIREKTOR DER PFLANZENPHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS
AN DER K. K. UNIVERSITÄT IN WIEN

PREIS : M. 13

VORLESUNGEN
ÜBER

PFLANZENPHYSIOLOGIE

VON

Dr LUDWIG JOST
O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT STRASSBURG
DRITTE AUFLAGE

PREIS : M. 16

Exkursionsflora von Java

UMFASSEND DIE
BLÜTENPFLANZEN
VON
Dr S. H. KOORDERS

VIERTER BAND :
ATLAS

I. ABTEILUNG : FAMILIE 1-19

PREIS : M. 2.50

E. ORLHAC, Éditeur, 1, Rue Dante, PARIS

Vient de paraître :

Henri COUPIN

Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut
Chef des Travaux de Botanique à la Sorbonne

LES ALGUES DU GLOBE

Tome I : *Chrysomonadineæ* (7 planches). — *Dinoflagellatæ* (11 planches). — *Heterocontæ* (4 planches). — *Cryptomonadineæ* (1 planche). — *Euglenaceæ* 3 planches). — *Chlorophyceæ* : Volvocales (19 planches) ; Protococcales (22 planches) ; Ulothricales (15 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Tome II : *Chlorophyceæ* : Ulothricales (suite) (6 planches) ; Siphonocladiales (9 planches) ; Siphonales (9 planches). — *Conjugatæ* : Zygnemaceæ (5 planches) ; Mesostæniaceæ (1 planche) ; Desmidiaceæ (12 planches). — *Phæophyceæ* : Fucaceæ (17 planches) ; Dictyotaceæ (4 planches) ; Tilopteridaceæ et Choristocarpaceæ (2 planches) ; Cutleriaceæ (3 planches) ; Lithodermataceæ (1 planche) ; Ralfiaceæ (1 planche) ; Laminariaceæ (11 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Le Tome III paraîtra en 1914

LES CHAMPIGNONS DU GLOBE

Premier Volume : *Siphomycetes* : Mucorineæ (7 planches) ; Entomophthorineæ (4 planches) ; Chytridineæ (10 planches) ; Ancyclistineæ (1 planche) ; Saprolegniineæ (7 planches) ; Monoblepharidineæ (3 planches) ; Peronosporeæ (9 planches). — *Ascomycetes* : Tuberineæ (6 planches) ; Terfeziaceæ (3 planches) ; Myriangaceæ et Trichocomaceæ (1 planche) ; Onygenaceæ (1 planche) ; Pezizineæ (31 planches) . . . . . . 15 fr. (relié).

Le Deuxième Volume paraîtra en 1914

ALBUM GÉNÉRAL DES CRYPTOGAMES

(ALGUES, CHAMPIGNONS, LICHENS)

Les 20 premiers fascicules sont en vente au prix de 2 fr. 50 l'un ; ils peuvent être achetés séparément.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Mars 1914

N° 303

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1914

LIVRAISON DU 15 MARS 1914

I. — LES MUSCARDINES. LE GENRE *BEAUVERIA* VUILLEMIN (avec dix-neuf figures dans le texte), par **M. J. Beauverie** 81

II. — SUR L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES POILS DES PLANTES (avec deux figures dans le texte et une planche en couleurs) (*suite*), par **M. François Kövessi**. 106

Planche en couleurs contenue dans cette livraison

Planche 1. — *Localisation des albuminoïdes dans des poils formés d'une part, à l'air libre et d'autre part, dans de l'oxygène pur entièrement privé d'azote.*

Cette livraison renferme en outre seize figures dans le texte.

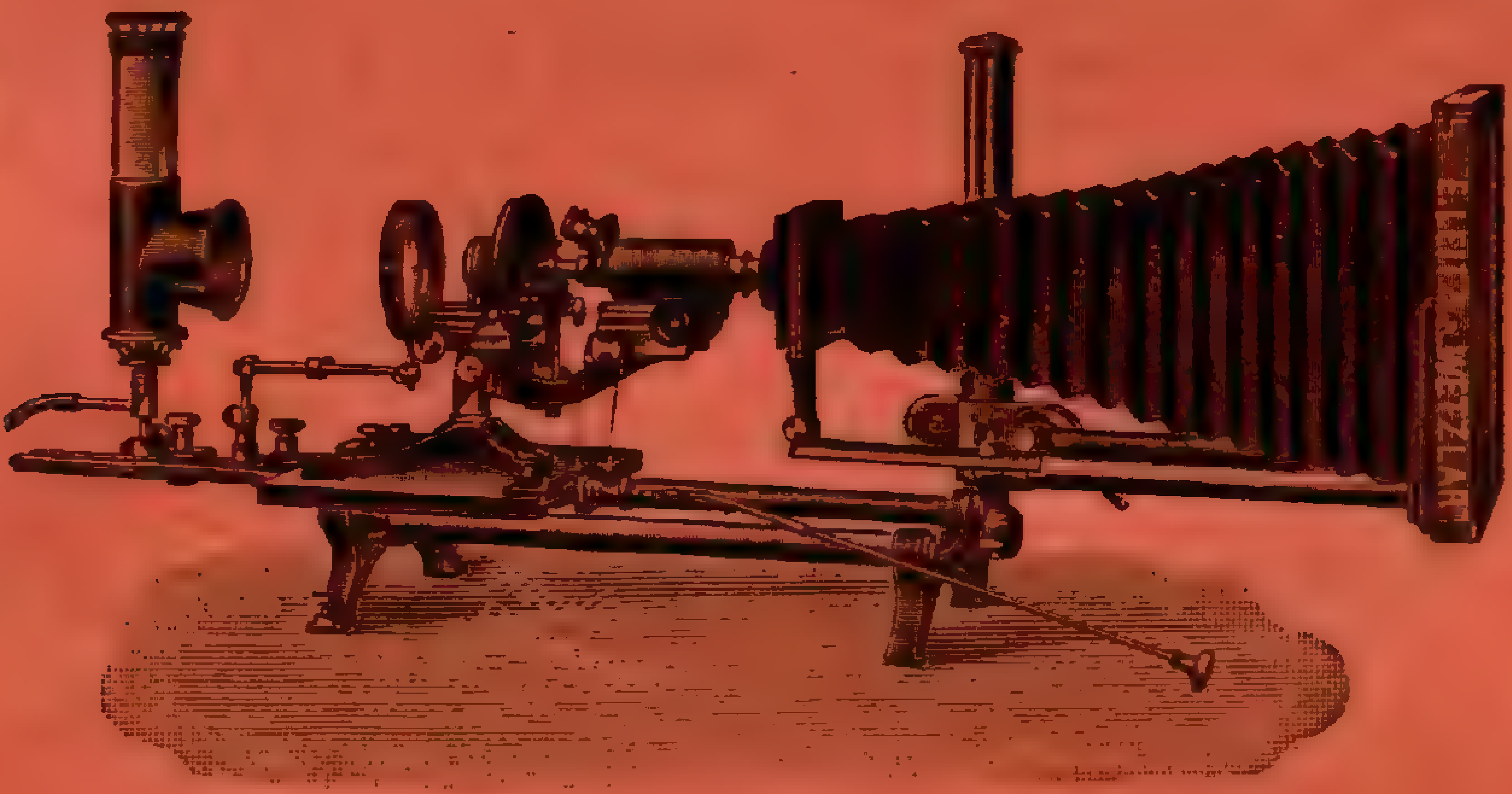
Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

E. LEITZ, WETZLAR

Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg, Londres, New-York, Chicago.

Dépositaires à Paris

MM. E. COGIT & Cie, 36, boulevard Saint-Michel, 36



MICROSCOPES pour travaux Scientifiques et Techniques.

MICROTOMES. — Appareils microphotographiques et de projection. — Objectifs photographiques, Jumelles à prismes.

Catalogues spéciaux. — Envoi sur demande gratis et franco.

SOCIÉTÉ

LUMIÈRE & SES FILS

LYON-MONPLAISIR

FABRIQUE DE

PLAQUES — PELLICULES — PAPIERS

PRODUITS PHOTOGRAPHIQUES

PHOTOGRAPHIE directe des COULEURS

PAR LES

“PLAQUES AUTOCHROMES”

(Procédé Auguste et Louis LUMIÈRE, breveté dans tous les Pays)

EN VENTE PARTOUT

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS · 46, rue du Bac, 46 · PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — Physiologie - Technologie

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et **Minéraux,** prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m40 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et Matériel d'enseignement pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT. E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (Ve)

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32 c/m × 23 c/m* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

(Chaque fascicule peut être acheté séparément)

Prix d'un fascicule : 2 fr. 90

(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Etranger : 3 fr. 25)

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** fr.

Pour recevoir, franco et sans aucuns frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. ORLHAC, éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LES ÉTABLISSEMENTS

POULENC FRÈRES

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande.

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^{ie}

36, boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de **E. LEITZ**
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la **Micrographie** et la **Bactériologie**

DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & C^{ie}, DE LEIPZIG

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. – *Nouvel Appareil Microphotographique* **Cogit**

LILLE. — IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. Pieters.

LES MUSCARDINES

LE GENRE *BEAUVERIA* VUILLEMIN (1)

Par M. J. BEAUVERIE

I. — LA MUSCARDINE PROPREMENT DITE

La muscardine du ver à soie est signalée au moins depuis 1763 (Ludwig, **27**(2)). Elle fit l'objet pendant la première moitié du XIXe siècle, à partir de 1820, d'innombrables travaux, une « multitude » suivant l'expression de Tulasne (1857). Robin les cite et les analyse [**35**]; parmi ces travaux, il y a lieu de signaler particulièrement celui de Audouin (**1**). Il faut mentionner aussi, parmi les premiers chercheurs, Bassi qui s'est beaucoup occupé de cette maladie et a montré, dès 1835, qu'elle est contagieuse. On sait d'ailleurs que Balsamo a attribué à l'espèce le nom de *Bassiana*

Depuis cette époque, la bibliographie est beaucoup moins abondante, soit parce que le sujet était dorénavant suffisamment étudié, soit, surtout, parce que la maladie ayant perdu de son acuité sollicitait moins vivement l'attention.

Il est intéressant de constater que l'action de certains parasites de l'homme, des animaux, et aussi des plantes, présente à certaines époques un maximum d'extension et de force qui va ensuite en s'atténuant. Cela peut tenir soit à ce que le parasite a perdu sa virulence, soit à ce que l'hôte a acquis une plus forte résistance, soit aux deux causes réunies. Voyons comment un champignon parasite peut perdre de sa virulence : Dans la plupart des cas, un champignon parasite peut être aussi saprophyte, c'est-à-dire apte à végéter sur de la substance organique morte; si cette vie saprophytique se prolonge, le champignon perd de sa virulence — le fait a été expressément constaté pour la muscardine du ver à soie — il constitue à ce moment une forme atténuée. Nous sommes dès lors en droit d'admettre, d'après les faits biologiques connus, que, dans cet état, si les circonstances le mettent à même de contaminer son hôte vivant habituel, il pourra effectuer cette contamination mais en ne produisant qu'une maladie peu grave entraînant même la vaccination de l'hôte. Celui-ci sera dès lors à même de résister efficacement au parasite à virulence entière avec lequel il pourrait se rencontrer postérieurement à cette sorte de vaccination. C'est ainsi, selon nous, que des maladies, véritables fléaux à une époque donnée, vont en s'atténuant et passent peu à peu à l'état de « maladies historiques », lesquelles d'ailleurs peuvent reprendre leur acuité lorsque cesse l'effet de la vaccination dont nous avons parlé. Ceci expliquerait le caractère périodique de certaines grandes maladies épidémiques bien connues, de l'homme par exemple; on en pourrait aussi trouver des cas dans l'histoire de la Pathologie végétale.

---

(1) Nous avons publié, en 1911, un mémoire sur les Muscardines. La faible diffusion dans le milieu scientifique du périodique où il a été imprimé, les faits nouveaux qui se sont manifestés depuis son apparition motivent, pensons-nous, la publication que nous faisons aujourd'hui.

(2) Ces numéros renvoient à l'index bibliographique placé à la fin du mémoire.

La muscardine rentre assez bien dans la catégorie des maladies atténuées sans malheureusement pouvoir encore être qualifiée de « maladie historique ». On sait qu'elle a eu, en effet, son apogée de 1820 à 1840 et qu'elle a considérablement diminué d'intensité depuis cette époque. Il ne faut pas oublier que le ver à soie se trouve dans des conditions particulièrement difficiles au point de vue de la lutte contre les parasites, car il n'est pas *naturalisé* chez nous, mais seulement *cultivé*, c'est-à-dire maintenu artificiellement par les soins de l'homme. Il n'y vit pas dans les conditions naturelles et se trouve, par suite, plus sensible et moins apte à se défendre.

Une question intéressante, au point de vue scientifique surtout, est celle de la place réelle du champignon de la Muscardine dans la classification. On sait, en effet, que ce parasite est connu seulement sous sa forme conidienne et, par suite, rangé dans le *caput mortuum* des Hyphomycètes, groupe où l'on place provisoirement toutes les formes filamenteuses de champignon dont on n'a pas trouvé la forme fructifiée la plus élevée en organisation, laquelle est, le plus souvent, une forme à asques. L'illustre mycologue Tulasne [**42**] a fait, à ce sujet, tout au moins une hypothèse en ce qui concerne la muscardine : ayant démontré que l'*Isaria farinosa* Fr., champignon fréquent sur les larves d'insectes et paraissant alors assez voisin par ses caractères du *Botrytis Bassiana*, a pour forme ascosporée le *Sphæria militaris* Ehr. (= *Cordyceps militaris* (L.) Link), il déduit, par analogie, que le *Botrytis Bassiana* pourrait bien n'être que la forme conidienne du *Sphæria sinensis* Berk., soit de quelque autre Sphérie analogue. Nous démontrerons cependant plus loin que *Isaria farinosa* et *Botrytis Bassiana* sont moins voisins qu'on le croyait, ce qui enlève un peu de l'intérêt de l'hypothèse de de Bary. Il se passerait un phénomène similaire à celui qui se produit pour d'autres champignons : l'Oïdium de la Vigne, par exemple, dont les périthèces ont toujours été fréquents en Amérique alors qu'on a été de longues années à les rencontrer en Europe après que ce champignon y fut introduit. (On a d'ailleurs émis aussi l'hypothèse que si l'on n'avait pas trouvé plus tôt ces périthèces, c'est qu'on ne les cherchait pas à l'époque favorable de l'année).

Vers 1889, et un peu avant cette date, Metschnikoff et Krassilstschik [**24**] publient d'importants travaux sur les champignons attaquant les insectes et leurs larves. Krassilstschik montre, notamment, comment, à l'aide de cultures artificielles, on peut répandre en abondance tel champignon reconnu parasite d'insectes nuisibles, dans les lieux que fréquentent ces insectes et entraver ainsi leur extension. Cette publication fut le point de départ d'intéressantes recherches de Giard, de Prillieux et Delacroix, de Delacroix seul. Ces savants, se proposant pour but la lutte contre la larve du Hanneton ou *ver blanc*, firent choix d'un champignon entomophyte connu sous le nom d'*Isaria densa* et que désignait pour cela le fait que M. Le Moult l'avait rencontré se développant spontanément sur lesdites larves. Pour détruire celles-ci, il s'agissait de répandre, en assez grande quantité, des cultures dans le sol. Le nom d'*Isaria densa* (Link) Fries, fut celui qu'adopta Giard, tandis que MM. Prillieux et Delacroix lui attribuèrent la dénomination de *Botrytis tenella*. L'étude que firent simultanément ces savants de cette question fut l'objet, entre eux, de polémiques aussi intéressantes qu'acerbes. Nous reparlerons de ces travaux au sujet de la dénomination qu'il convient le mieux d'attribuer aux champignons entomophytes que les auteurs appellent tantôt *Botrytis* et tantôt *Isaria.* Nous nous contenterons de rappeler, pour le moment, les rapports qui existent entre le parasite du ver blanc et celui du ver à soie.

De Bary ([**2**] 1869, n° 37, p. 603) signale aux environs de Halle-sur-Saal une épidémie cryptogamique sur hannetons adultes et l'attribue au *Botrytis Bassiana*, mais sans l'étudier d'une façon spéciale et Giard [**20**] pense qu'il s'agit dans ce cas de l'*Isaria densa.* De Bary (1867-1869), à qui l'on doit une part notable de nos connaissances sur les Muscardines, conclut que le *Botrytis Bassiana* attaque non seulement le ver à soie, mais d'autres chenilles, le ver de farine (charançon), etc.

Delacroix réussit l'infection du *Bombyx Rubi* avec du *Botrytis tenella* du ver blanc dans la proportion de 50 %, tandis qu'elle atteint 75 % avec le *Botrytis Bassiana* et l'*Isaria farinosa.*

« Le *Botrytis tenella* sur les chenilles de *Bombyx Rubi* se comporte comme sur le ver blanc : si la chenille reste à l'air, elle se recouvre d'un enduit blanc qui reste localisé sur la chenille et ne s'étend pas à l'entour, ainsi que fait la moisissure qui suit l'infection par le *Botrytis Bassiana.* Si la larve infectée est enterrée, le mycelium s'agrège, la plupart du temps, en cordonnets minces qui rayonnent dans le sol tout autour du corps de la chenille. Je dis, la plupart du temps, car ayant plusieurs fois remplacé la terre ordinaire par du sable fin, j'ai vu que, dans ce cas, les cordonnets avaient plus de difficultés à se former. Ces cordonnets portent des conidies qui deviennent d'autant plus rares que le filament s'éloigne plus du corps de l'insecte. Ce n'est pas là une forme *Isaria*, comme le soutient M. Giard ; dans les *Isaria* vrais, en effet, la fructification est épigée et les conidies deviennent d'autant plus denses qu'on s'éloigne davantage du pied. Morphologiquement, on observe ici le contraire : c'est pourquoi, étant donné en même temps que cette forme agrégée du *Botrytis tenella* se rencontre toujours hypogée, je repousse l'opinion de M. Giard qui la regarde comme un *Isaria* ». Nous pensons quant à nous qu'un Mycologue doit se ranger aux raisons que donne Delacroix.

Ces filaments agrégés souterrains sont désignés par Giard sous le nom « d'Hyphasmates ».

Giard a réussi également des inoculations de l'*Isaria densa* du ver blanc au ver à soie. Voici ce qu'il dit à ce sujet [**20**] :

« Pendant quelque temps, j'avais vainement essayé de produire cette infestation et j'avais tiré de mes échecs des conséquences évidemment exagérées au point de vue de la distinction spécifique d'*Isaria densa* et d'*Isaria bassiana.* J'opérais, il est vrai, sur des vers placés dans d'excellentes conditions hygiéniques, tenus dans un local sec et nourris de feuilles de mûriers fraîchement cueillies; mais, même en modifiant ces conditions, dans un sens défavorable, mes premières tentatives ne réussissaient guère. C'est en vain que j'avais aspergé, avec des spores prises sur des momies naturelles ou dans des cultures artificielles, des vers à soie qui venaient de subir la deuxième ou la troisième mue; en vain, également, j'avais placé mes boîtes à éducation dans une atmosphère humide après avoir saupoudré de spores les feuilles de mûrier que je laissais à dessein s'accumuler en litières. J'avais même tenté sans succès une expérience plus décisive. Sur un certain nombre de vers arrivés à la troisième mue, j'avais amputé l'appendice caudal et tamponné la section avec des spores d'*Isaria.* Aucun de ces vers ne mourut infesté ».

« Une dizaine de vers furent enfin inoculés le 17 juin 1891 par un procédé plus brutal, c'est-à-dire par une piqûre sur le côté du corps, de façon à atteindre les vaisseaux des organes graisseux. Ces vers qui étaient encore très sains trois jours après l'opération, sont tous morts depuis. La période d'incubation a varié de 5 à 8 jours.

« Presque toujours la mort est arrivée brusquement, en une nuit, pour ainsi dire sans symptômes précurseurs. Les cadavres ont pris rapidement une consistance assez dure et une teinte rose très vive analogue à celle des cellules. Malgré la température, chaude et humide à cette époque, aucun des cadavres ne produit les efflorescences caractéristiques de l'*Isaria.* Il fallut les placer en chambre humide pour obtenir ce résultat.

« Bientôt, en employant des spores recueillies sur ces premières momies et les ensemençant sur des vers nourris de feuilles de mûrier conservées dans un linge humide, l'infestation fut obtenue très facilement avec des vers de tous âges ».

La larve au moment de la mort est d'un rose violacé qui brunit un peu en séchant. Placées en chambre humide, les momies ne tardent pas à se couvrir d'un épais revêtement d'*Isaria* et, d'après la planche en couleurs que donne l'auteur, nous voyons qu'elle est floconneuse, d'un blanc rosâtre et qu'elle déborde sur le support de liège. Cet aspect est celui que présente dans les cultures artificielles le champignon rencontré par nous sur le ver à soie, et que nous étudierons plus loin.

Les larves les plus avancées sont celles qui s'infestent le plus facilement. De même que la muscardine du ver blanc peut être communiquée au ver à soie, la muscardine du ver à soie peut être communiquée au ver blanc.

Les savants dont nous venons de parler ont donc démontré que les entomophytes du ver à soie et du ver blanc sont, pourrions-nous dire, interchangeables. Cette conclusion est aussi importante au point de vue pratique qu'au point de vue théorique et peut faire prévoir que le ver à soie est susceptible de devenir la victime d'autres champignons vivant sur nos insectes indigènes. Aussi croyons-nous que lorsqu'il s'agit d'un animal aussi précieux et aussi délicat que le ver à soie, il n'est pas sans intérêt d'arrêter son attention sur des parasites nouveaux alors même que l'on n'aurait à faire qu'à un cas exceptionnel. Un champignon apparaît aujourd'hui à l'état isolé, rien ne nous assure qu'il ne prendra pas demain une extension épidémique. Les nouvelles acquisitions du domaine de la Microbiologie, et spécialement de la Pathologie végétale, sont venues démontrer que des parasites nouveaux peuvent apparaître brusquement. Il s'agit alors de champignons saprophytes qui ont trouvé des hôtes en état d'infériorité défensive et qui ont acquis, peu à peu, à cette cohabitation, une virulence active au point de pouvoir s'attaquer efficacement à des individus tout à fait sains et forts. Or le ver à soie, artificiellement cultivé chez nous, se trouve, par le fait, dans des conditions d'infériorité vis à vis des parasites possibles. Il est heureux que la séquestration que comporte sa culture le mette relativement à l'abri de contamination venant de l'extérieur, lesquelles néanmoins peuvent se produire un jour par hasard.

L'agent de la muscardine a été signalé dans les contrées les plus diverses : En Allemagne, près de Berlin (Sydow, Hennings), Greiz (Ludwig), etc. ; à Moscou (Sydow) ; en Hollande (Oudemans) ; en Hongrie (Baümler) et dans tous les pays chauds de l'Europe particulièrement là où se cultive le ver à soie : En France, en Italie, où on désigne la muscardine sous le nom de *calcino* ; dans l'Amérique du Nord, etc. On l'a reconnu également dans les contrées subtropicales, c'est ainsi qu'il est signalé en Indo-Chine. Nous trouvons à ce sujet les lignes suivantes [**5**] :

« J'ai constaté l'existence de cette affection dans tous les élevages, mais le nombre des vers atteints est très faible : un mille environ, en temps ordinaires. Comme la pébrine, la muscardine est d'excellent augure et saluée avec joie par le paysan superstitieux. Il y voit un pronostic sûr de bonne récolte, une garantie inespérée. « Yan Kiang ts'an, tsievu hao », dit le proverbe : « il y a des muscardines, donc tout va bien ». C'est aussi un merveilleux médicament pour la méningite infantile ou l'épilepsie. On le broie en poudre fine dans une tasse renfermant un peu d'eau ou de thé que le patient absorbe; il doit être immédiatement guéri, si quelque esprit mauvais ne neutralise pas l'action de la poudre de muscardine. La couleur de la larve atteinte et la pétrification de son corps sont en tout semblables à ce qu'on observe dans nos pays. Comme le climat est très sec, elle est toujours blanche; mais si on la mouille, ou si on la place dans un lieu humide, elle rougit tout de suite et se ramollit. L'examen microscopique m'a montré les filaments et spores du champignon bien connu.

« Citant tout à l'heure le dicton relatif au « Kiang ts'an », j'ai oublié d'ajouter que l'apparition de ce ver coïncide toujours avec les bonnes années. Pas de muscardine s'il y a des « flats » et réciproquement. Je pense que ces faits peuvent s'expliquer par la température, l'action des agents atmosphériques. Le degré hygrométrique de l'air, la pluviosité, la douceur ou la violence des précipitations doivent certainement jouer un rôle dans ces phénomènes morbides. Si l'année est sèche, le vent transporte facilement les spores de la muscardine dans les habitations si mal fermées. Ces spores peuvent aussi pénétrer avec les feuilles non lavées par les pluies. Si l'année est humide, au contraire, avec précipitations fréquentes et abondantes, les spores sont balayées, la muscardine n'apparaît pas, mais c'est la flacherie qui vient exercer ses ravages ».

A côté du rôle nuisible que nous venons de signaler (1), on attribue au champignon des Muscardines le rôle bienfaisant d'attaquer certaines chenilles sauvages et de les exterminer, et cela particulièrement les chenilles de nonnes; M. Fron [**13**] l'a signalé sur la chenille de la Cochylis de la Vigne (*Cochylis ambiguella*) et c'est très probablement lui que M. Vincens [**42**] a retrouvé sur le même insecte; M. Picard [**31**] a facilement réussi l'infestation de la « teigne des pommes de terre » (*Phthorimaea operculella* Zell., Microlépidoptère) avec la muscardine et il existe certainement d'autres cas où ce champignon peut devenir pour l'homme un utile auxiliaire.

---

(1) Pour ce qui concerne le traitement et la prophylaxie de la muscardine des vers à soie, nous signalerons le mémoire de MM. Conte et Levrat [**6**].

II. — REMARQUES SUR L'UTILISATION PRATIQUE DES CHAMPIGNONS ENTOMOPHYTES

On a fondé un grand espoir dans l'efficacité de la lutte contre les insectes nuisibles au moyen de certains champignons entomophytes et, comme il arrive souvent, on a exagéré leur effet bienfaisant, pour éprouver ensuite une désillusion d'autant plus vive. « Les retentissantes expériences de Krassilistchik et de Metchnikoff en Russie, dit M. Picard [**31**], avec *Isaria destructor*, de Forbes, en Amérique, avec *Sporotrichum globuliferum*, de Giard en France, avec *Isaria densa*, venant au moment où les données de Pasteur et de ses élèves sur le rôle des microbes dans les maladies contagieuses commençaient à se répandre dans le grand public, furent accueillies avec enthousiasme, non seulement par les entomologistes et les botanistes, mais aussi par les agriculteurs. On oublia que ces savants, rompus de longue date aux techniques les plus délicates par la pratique journalière du laboratoire, n'avaient obtenu leurs beaux résultats qu'en s'entourant de toutes les précautions nécessaires et en choisissant les conditions de milieu favorables, tandis que les mêmes méthodes appliquées inconsidérément par des personnes insuffisamment préparées ne pouvaient aboutir qu'à des échecs ».

Il s'agit, en effet, non seulement de trouver l'espèce qui attaquera l'insecte que l'on veut exterminer, mais encore de l'entourer des circonstances qui permettent au champignon de se développer et de vivre en parasite. Or, si l'on peut, dans une large mesure, se rendre maître des conditions d'une expérience de Laboratoire, il n'en est pas de même dans la nature, en pleins champs : la température, l'humidité ne peuvent être modifiées par nous. Il ne faut donc pas se faire illusion, car alors même que nous connaîtrions les conditions qui rendent le champignon parasite de l'insecte, nous ne pourrions pour cela les réaliser dans la nature. Il faut cependant disséminer les germes de ces champignons lorsque les circonstances le réclament, et compter sur la réalisation de conditions favorables, mais ne pas espérer un résultat certain. Les épidémies peuvent d'ailleurs se produire spontanément : des champignons entomophytes végètent certaines années sans que nous remarquions leur présence, mais, surviennent des circonstances favorables, ils prennent un grand développement et se signalent à nous, surtout s'ils attaquent des ennemis de nos cultures. M. Picard rapporte le cas suivant qui peut servir d'exemple : A l'automne 1911, l'Altise de la vigne abondait dans l'Hérault sous ses abris ordinaires et on pouvait s'attendre à une très forte invasion pour le printemps suivant. Il n'en fut rien car, grâce à un hiver doux et humide, la grande majorité des altises fut tuée par une épidémie de Muscardine due au *Beauveria* ou *Sporotrichum globuliferum*. Le champignon en question est endémique dans le Midi, sans pour cela que les altises disparaissent; c'est qu'il n'est efficace que certaines années pour un ensemble de circonstances assez rarement réalisées.

Cela revient à dire ce que Giard répondait aux personnes qui s'étonnaient que l'*Isaria densa* n'ait pas fait disparaître les vers blancs : « C'est à peu près comme si l'on demandait pourquoi il y a encore des Anglais à Londres malgré la peste de 1665 ou des Français à Paris après les diverses épidémies de choléra qu'a subies notre capitale ». Les parasites, ajoute-t-il, sont soumis, comme tous les êtres vivants à une foule de conditions éthologiques favorables ou défavorables. Ils se développent si les premières sont réalisées et passeront inaperçus s'ils subissent les secondes.

Les entomophytes restent toujours pour nous d'utiles auxiliaires qu'il y a lieu de multiplier et qui pourront parfois rendre de grands services à l'agriculture. Mais il faut compter avec une certaine inconstance des résultats pus à l'influence des facteurs qui échappent à notre action.

III. — CARACTÈRES BOTANIQUES DU CHAMPIGNON DE LA MUSCARDINE DU VER A SOIE LE GENRE BEAUVERIA DE M. VUILLEMIN

Ayant rencontré sur le ver à soie une muscardine dont nous voulions comparer les caractères à ceux du *Botrytis Bassiana*, nous avons été amené à étudier attentivement celui-ci. Notre étude nous a permis de mettre mieux en évidence que cela n'avait pu être fait auparavant, certains caractères qui doivent faire ranger dans une catégorie à créer : genre ou famille, ce champignon et les espèces voisines. Nous prévoyions, en 1911, cette création, M. Vuillemin l'a réalisée en instituant le genre *Beauveria* qu'il a bien voulu nous faire l'honneur de nous dédier. Nous allons en indiquer les caractères essentiels et développer les raisons qui en justifient l'innovation. Nous le faisons d'après notre mémoire (1911, **2** *bis*) et celui de M. Vuillemin paru peu après (1911, **47**).

La végétation du mycelium est appliquée contre le substratum et, après la production des conidies, l'aspect de la culture est crayeux et pulvérulent. Nous avons pu constater la formation de clavules ou formes agrégées non encore signalées : Il peut se produire, en effet, çà et là, sur toute la surface de la culture (v. aussi p. 99 de ce mémoire), au sommet des mamelons légèrement marqués, des groupes comprenant jusqu'à dix clavules et plus; ces clavules ne dépassent pas deux millimètres de hauteur et se terminent en pointe. Ce fait démontre une fois de plus l'inanité du caractère tiré de la présence des formes corémiales pour établir des groupes spéciaux; elles correspondent à des états physiologiques particuliers et peuvent exister ou non suivant que le champignon rencontre ou ne rencontre pas les circonstances qui créent ces états.

Le mycelium est hyalin, mince, cloisonné, rampant. Sur des filaments rampants ou redressés, il produit des phialides qui sont quelquefois isolées, surtout quand la végétation se fait dans des milieux peu favorables, comme on l'observe notamment dans les cultures en cellules, mais le plus souvent groupées en nombre variable formant alors des verticilles ou des glomérules plus ou moins denses (fig. 2 de la fig. 19 et fig. 1). Il arrive souvent que les phialides ou verticilles de phialides soient portés sur une ramification courte du mycelium. Les conditions de développement influent sur la forme

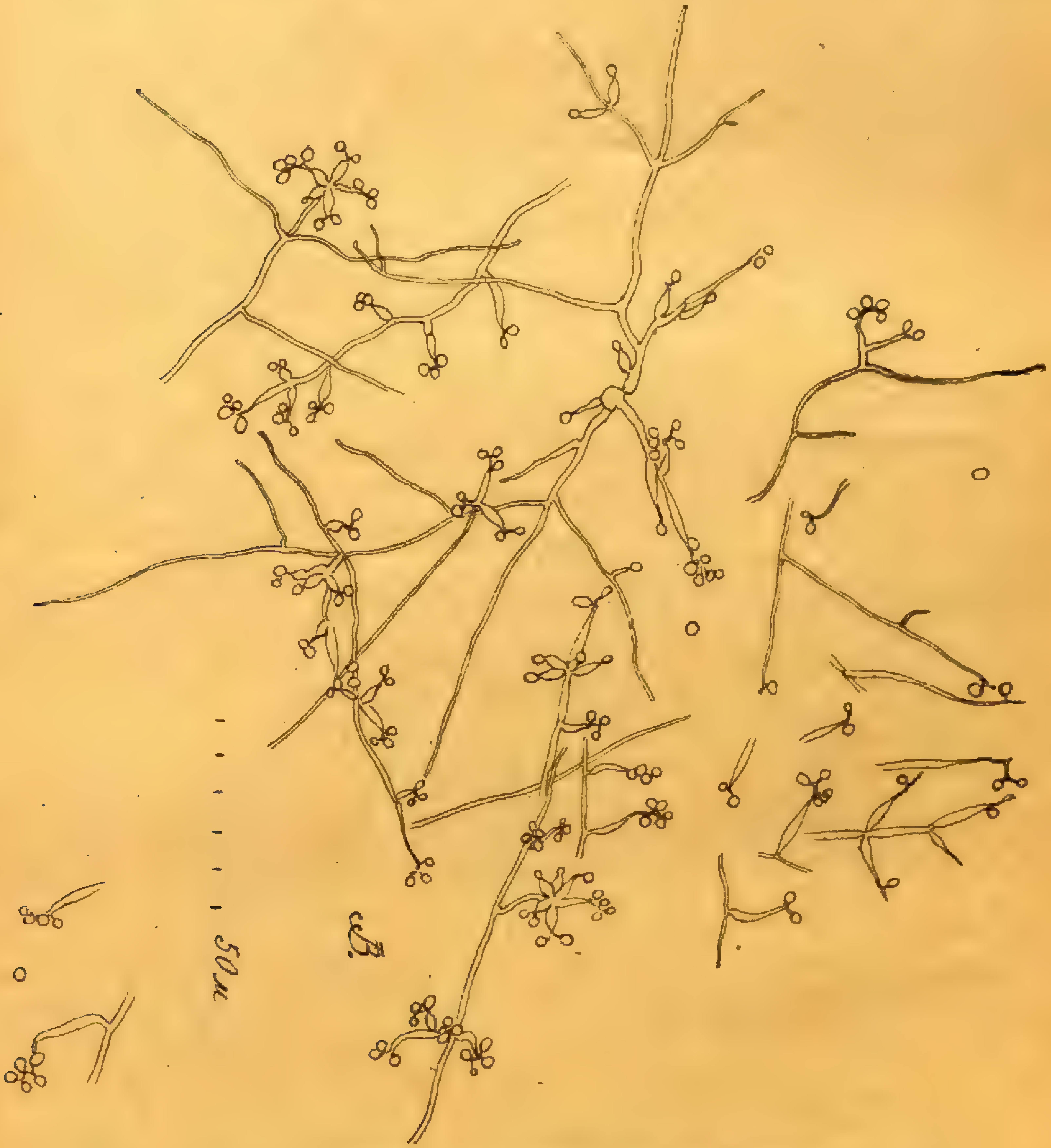


Fig. 1. — Muscardine typique (*Beauveria Bassiana)*
Culture en cellule, âgée de 5 jours, sur moût de bière.
Dessin à la chambre claire. 6-DD Zeiss. Chaque division de l'échelle équivaut à 10 μ.

des phialides qui peuvent être ventrues (M. Vuillemin, voir fig. 8), généralement assez courtes et minces, mais qui peuvent parfois s'allonger au point de simuler un filament végétatif (fig. 2, 3).

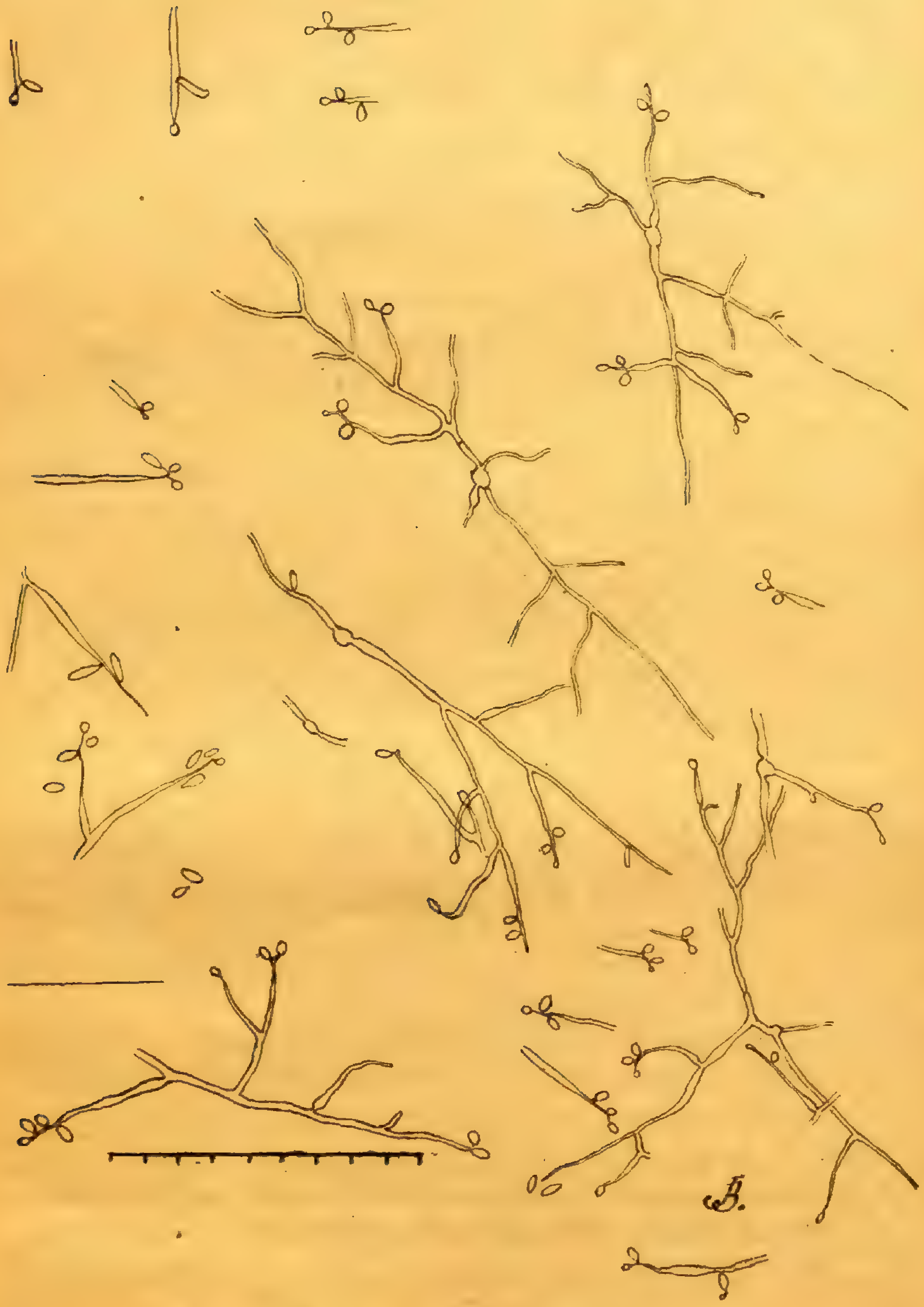


Fig. 2. — Muscardine typique (*Beauveria Bassiana*)
Culture en cellule sur moût de bière. On remarque la forme allongée des conidies.
Dessin à la chambre claire; 6-DD Zeiss. Chaque division de l'échelle équivaut à 10 µ.

A l'extrémité des phialides se produisent les conidies sphériques suivant un processus particulièrement intéressant : Une phialide se renfle à son extrémité pour donner une conidie n° 1 (fig. 4), cette

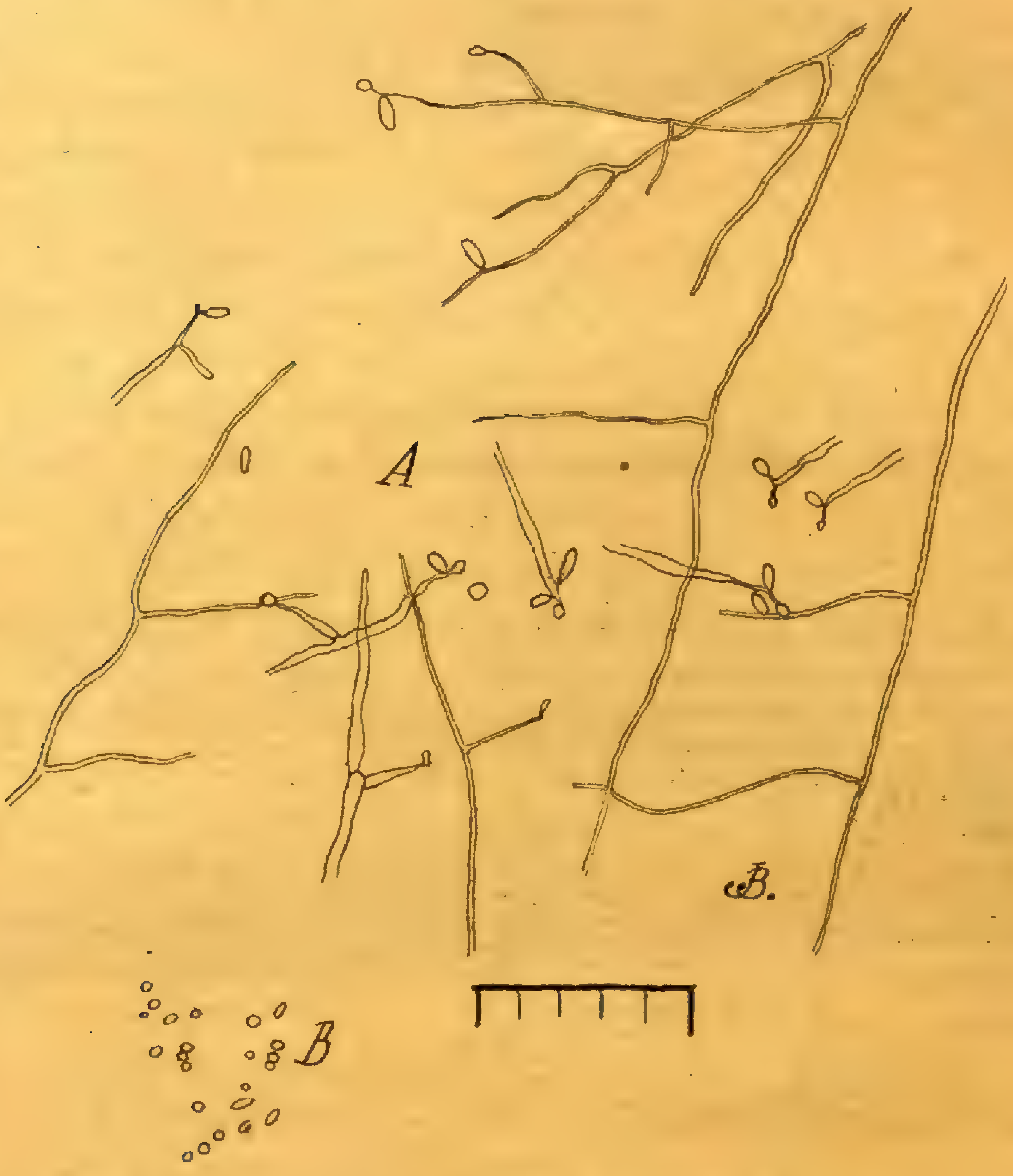


Fig. 3. — Muscardine typique (*Beauveria Bassiana)*

A) Culture en cellule sur moût de bière montrant la forme allongée des spores.

B) Spores d'une culture ancienne, en flacon d'Erlenmeyer; la plupart des spores sont arrondies.

Dessin à la chambre claire; 6-DD Zeiss. Chaque division de l'échelle équivaut à 10 μ.

conidie termine la croissance de l'axe qui est donc *défini*; puis un rameau, né sous le sommet de l'axe vient se substituer à lui et refoule de côté la conidie n° 1, il se renfle bientôt en une conidie n° 2; sous celle-ci une ramification du rameau précédent va donner la conidie nº 3 qui rejette latéralement la conidie nº 2, et ainsi de suite. De la sorte, on a finalement une série de rameaux se superposant en zigzag et, chacun se terminant par une conidie, on trouvera celles-ci à chaque angle de la ligne brisée. Ce mode de production des spores est la cyme unipare ou sympode. Si nous examinons le sympode achevé, nous trouvons, à la base, les conidies les plus anciennes et au sommet les plus jeunes, la *disposition* de ces conidies est donc basifuge; mais, comme M. Vuillemin le fait subtilement remarquer, leur *origine* est basipète et, en effet, chaque conidie naît d'un rameau produit *au-dessous* de la conidie précédente : 2 naît au-dessous de 1, 3 au-dessous de 2, 4 au-dessous de 3. Nous nous permettrons de reproduire à ce sujet le croquis suivant (fig. 5) que nous adressait M. Vuillemin dans une de ses lettres. « Le grêle filament en zig-zag, nous écrivait ce savant, qui relie les spores, est vraisemblablement un produit de la phialide, dépourvu de noyaux propres. La matière sporogène n'a pu leur être transmise qu'en progression basipète ».

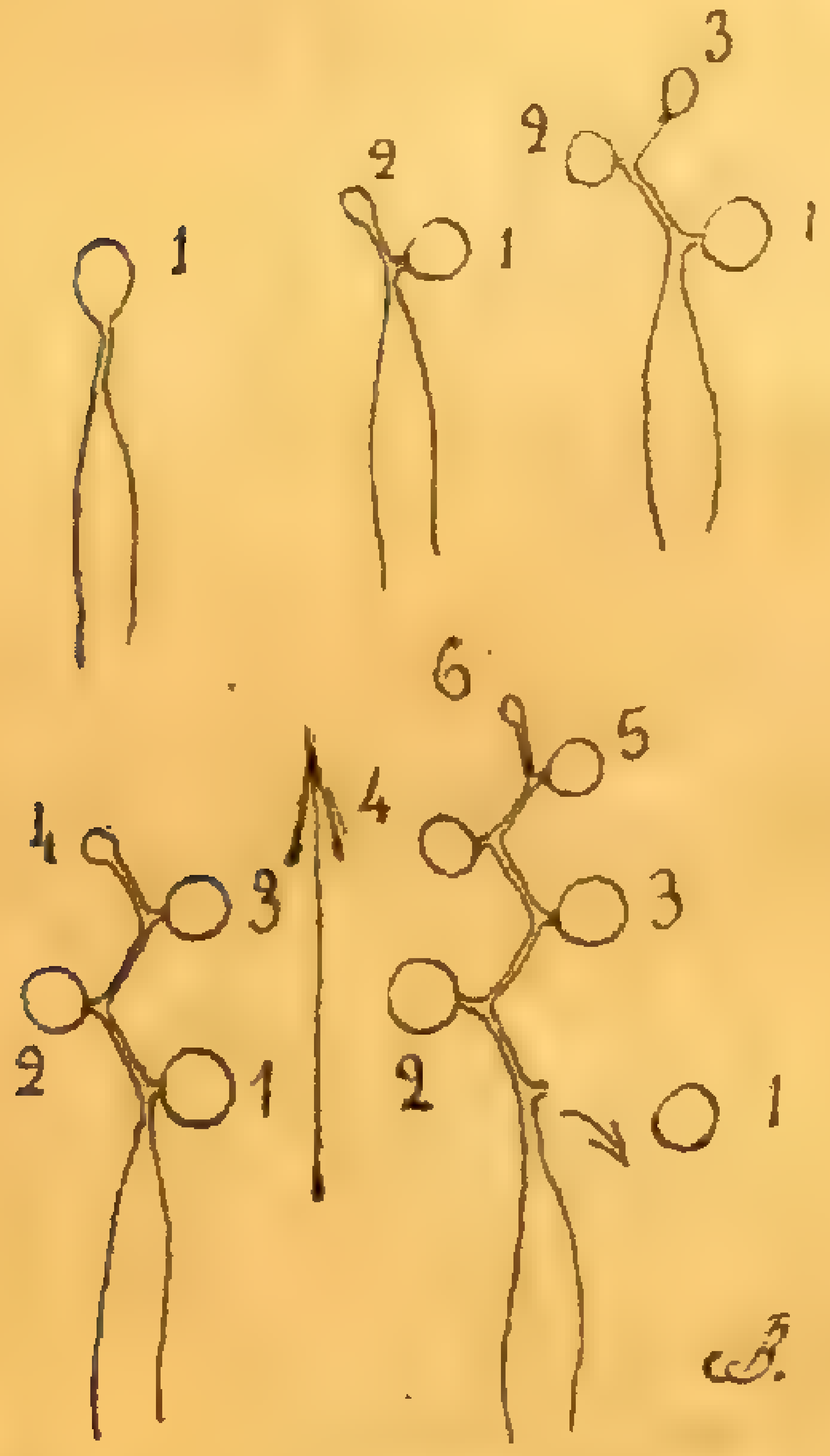


Fig. 4. — Destinée à montrer le mode de formation des spores chez *Beauveria Bassiana* et chez *Beauveria effusa*. (Demi-schématique).

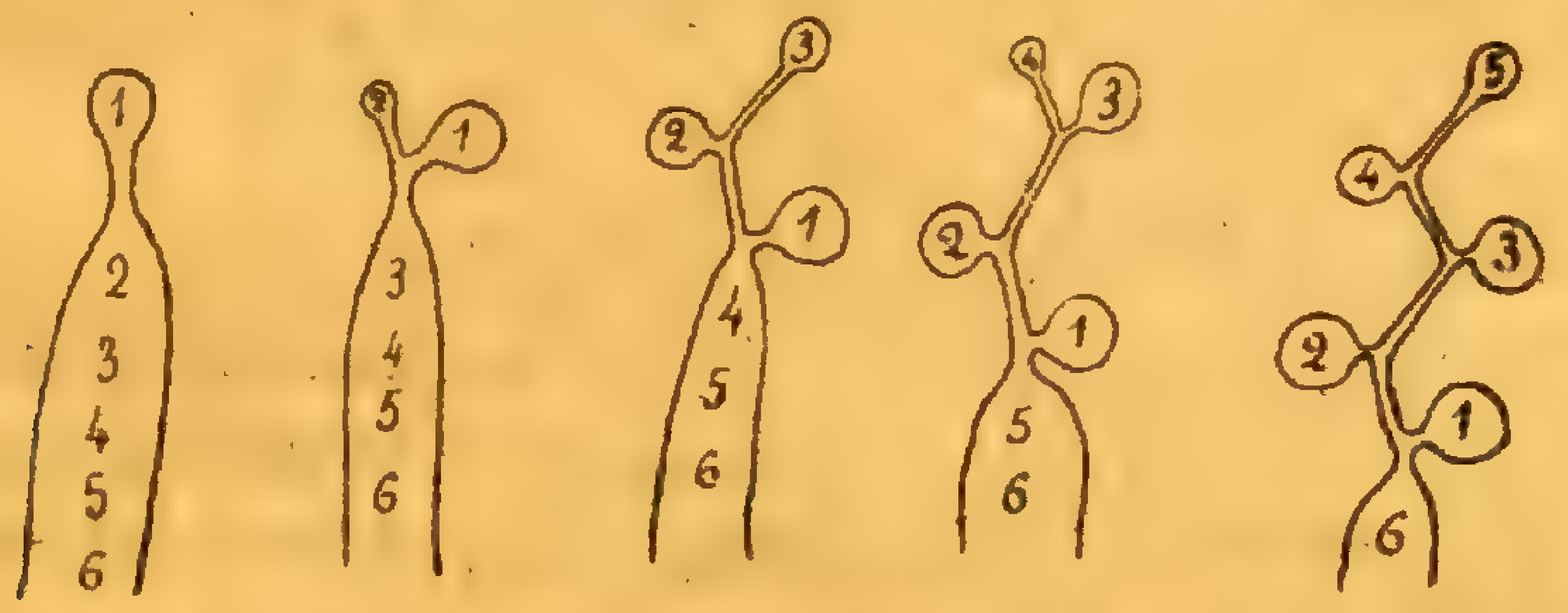


Fig. 5. — Interprétation du mode de développement des conidies à l'extrémité des phialides, d'après M. Vuillemin.

C'est en se fondant sur ce mode de formation si caractéristique des spores que M. Vuillemin a établi le genre *Beauveria.*

Nous ajouterons que Giard avait figuré une disposition en zig-zag de conidies dans *Isaria densa* (= *Botrytis tenella* de Delacroix), mais sans en donner une interprétation suffisante. Nous reproduisons son dessin (fig. 6). On ne voit pas quels sont les rapports des conidies avec les phialides qui paraissent d'ailleurs ne pas avoir laissé de traces.

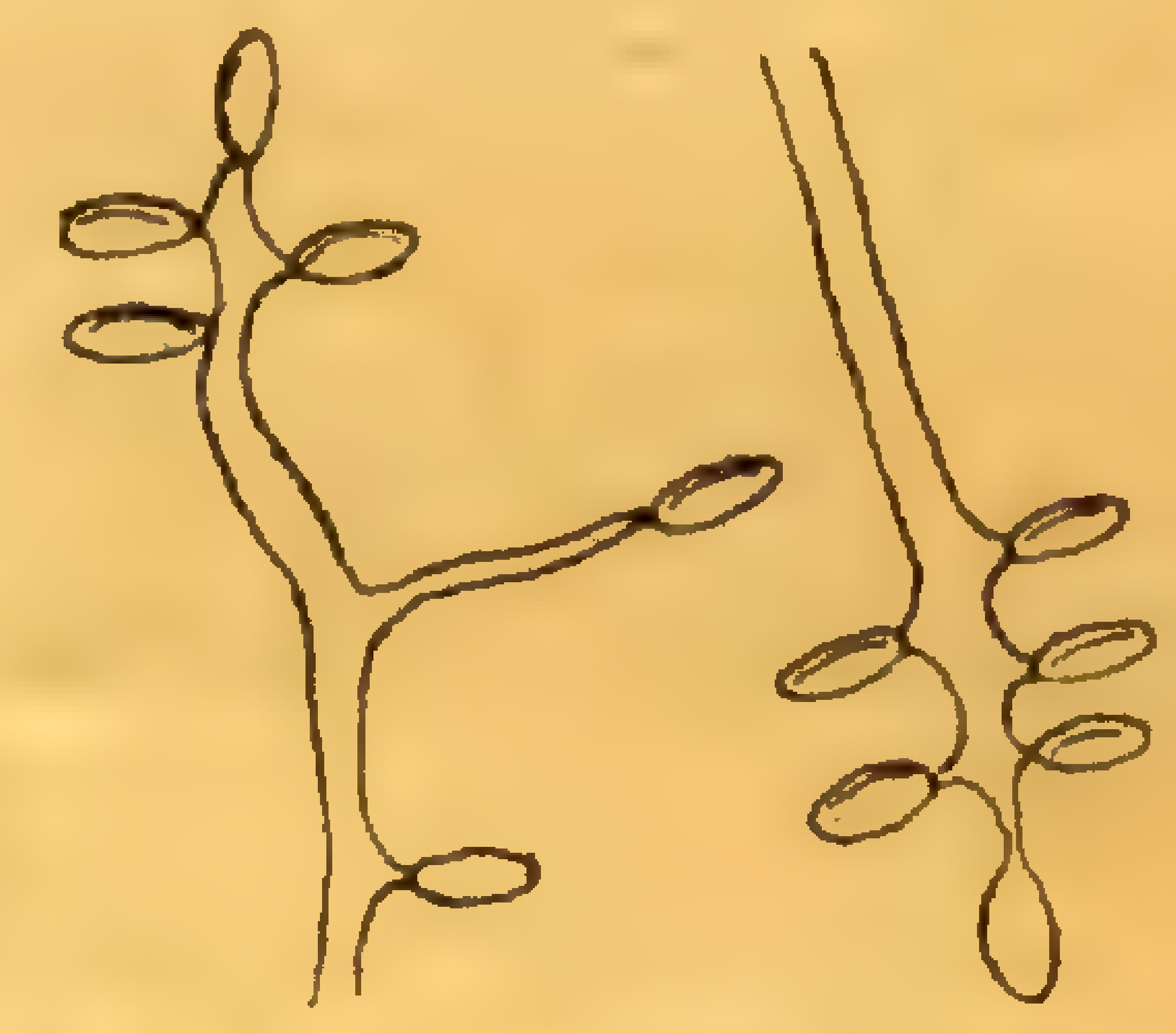


Fig. 6. — Figure d'après Giard (**20**, fig. 6), montrant la forme en zig-zag des hyphes fructifères de l'*Isaria densa*.

Nous trouvons encore dans le mémoire de Giard ([**20**], p. 61) l'indication suivante :

« Bresadola nous écrit à propos de l'*Isaria densa* : « le mode de génération des conidies *prope apicem ramulorum varie congregatis* l'éloigne du genre *Isaria* chez lequel les conidies naissent isolément ». Mais nous verrons que dans le parasite du hanneton, comme d'ailleurs dans le *Botrytis bassiana*, les conidies naissent aussi isolément d'une façon acrogène et c'est seulement postérieurement par un processus assez curieux à observer, qu'elles prennent l'apparence de glomérules (v. p. 61) ».

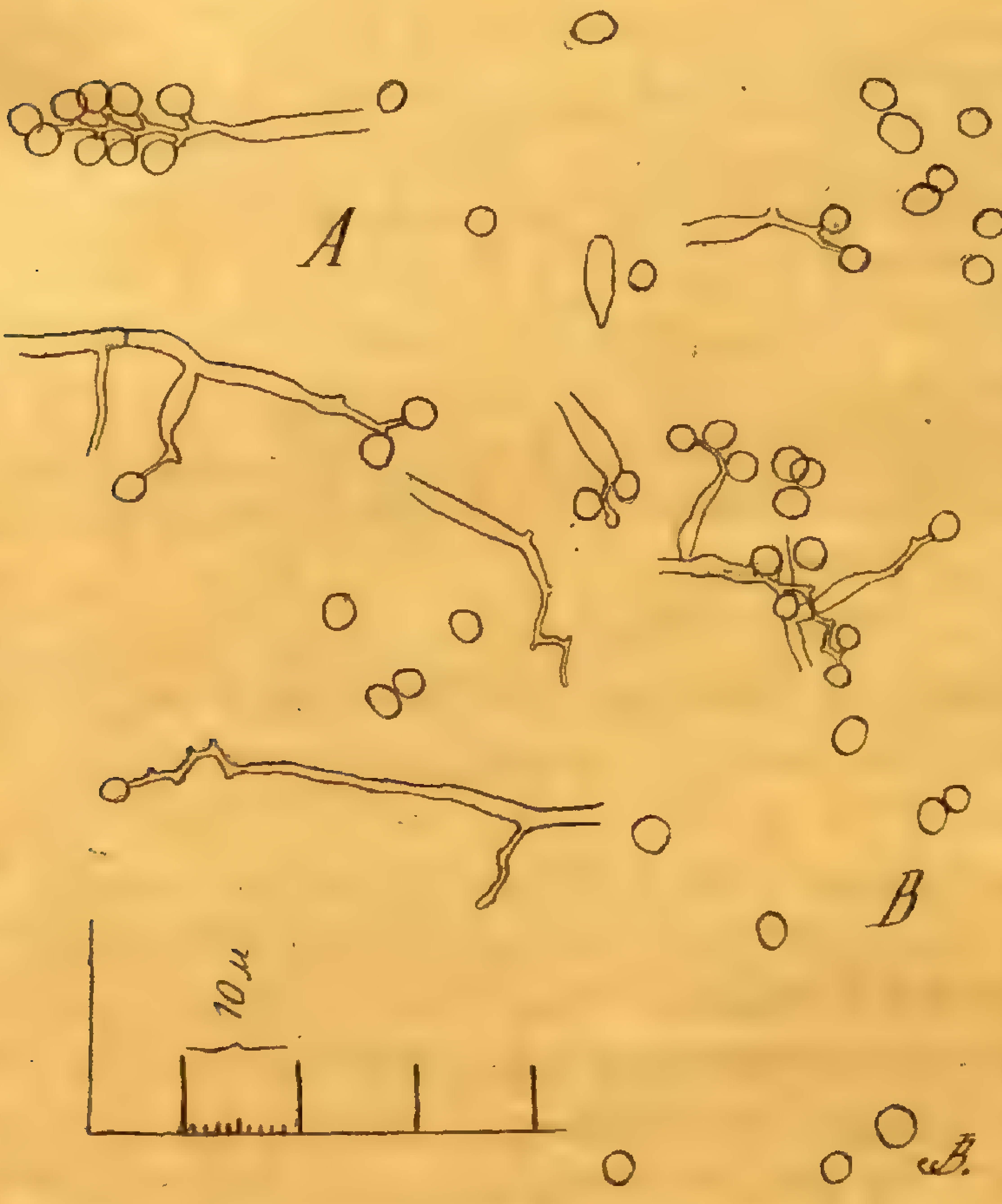


Fig. 7. — *Beauveria Bassiana*. — *A*, Culture en cellule sur moût de bière, montrant que les spores des jeunes cultures peuvent avoir une forme plus ou moins allongée. — *B*, Spores d'une culture ancienne; elles sont arrondies. Dessin à la chambre claire, 6-DD Zeiss.

Mentionnons enfin que Burrill (in Forbes, cité par Giard, **20**, p. 61) décrit une formation analogue en zig-zag pour le *Sporotrichum globuliferum*. Le fait que nous avons décrit avec le plus de précision qu'il nous a été possible avait donc été entrevu par quelques auteurs.

« Ce mode de formation sympodique est très caractéristique, écrit M. Vuillemin. Ce n'est que par une très rare exception que l'on rencontre sous la première spore un renflement plus petit qui ne se prolonge pas en rameau latéral; mais on ne voit pas de chapelets proprement dits. — Il nous paraît légitime de fonder un genre nouveau, voisin des *Spicaria*, sur la disposition sympodique du filament sporifère qui prolonge le col de la phialide..... Nous proposons de réunir dans le genre *Beauveria* les agents de la muscardine classique (*Beauveria Bassiana*) et de la mucardine rouge du Ver à soie (*Beauveria effusa*). Le *Sporotrichum densum* Link (*Isaria densa* Giard, *Botrytis tenella* Saccardo) rentre peut-être dans le même genre. Il faut le revoir de près. Les figures de Giard répondent mieux à la nomenclature de Link qu'à un Phialidé.

« *Beauveria* Vuillemin *nov. gen.*, *clarissimo* Beauverie *dicatum.*

« *Mycelium hyalinum vel læte coloratum, effusum vel dense aggregatum; fila sæpius concatenata, septata, ramosa. Hyphæ fertiles suberectæ, ramosæ. Phialæ verticillatæ, vel conglomeratæ, interdum discretæ, ventricosæ vel elongatæ. Collum gracile conidio solitario definitum, mox lateraliter dejecto ramulo piliformi subterminali, ipso conidio definito et eodem modo ramificato, et inde porro, ita ut cyma monopodium phialæ ad orem efficiatur. Conidia hyalina vel læte colorata, continua, rotunda.*

« *Beauveria Bassiana* Vuillemin.

Syn. : *Botrytis Bassiana* Balsamo.

« *Beauveria effusa* Vuillemin.

Syn. : *Botrytis effusa* Beauverie.

Depuis ces publications a paru un important mémoire de M. Picard [**31**] qui n'hésite pas à faire rentrer dans le nouveau genre l'*Isaria densa* (Link) étudié particulièrement par Giard et le *Sporotrichum globuliferum* Speg. Il a vérifié sur cette dernière espèce les caractères du genre et nous avons rappelé que Burrill avait signalé chez elle la disposition en zig-zag des spores.

A propos de l'*Isaria densa* Giard, M. Vuillemin a bien voulu nous faire la communication suivante :

« Dans un mémoire paru le 10 Décembre 1913, M. J. Lagarde [**24** bis] croit devoir laisser à l'*Isaria densa* Giard 1891 le nom primitif de *Sporotrichum densum* Link 1824, parce qu'il n'observe pas de phialides. Néanmoins la fréquence des conidies portées sur des filaments en zig-zag apparaît dans ses figures et révèle une formation sympodique persistant à côté d'une position désordonnée des spores. C'est un indice d'affinité avec les champignons des muscardines. Chez le *Beauveria Bassiana*, on connaît tous les termes de la dégradation qui conduit de la phialide typique, ventrue, isolée par une cloison basilaire (fig. 8) du filament continu avec le mycélium et s'atténuant insensiblement pour passer au sympode conidifère (fig. 7). La régression de la phialide et l'importance croissante de sa portion sporifère résulte d'une accélération évolutive et de l'abondance croissante des conidies. Cette accélération est poussée à l'extrême chez l'*Isaria densa* et ne laisse plus à la phialide le temps de s'individualiser. Le type primitif laisse un vestige suffisamment manifeste pour permettre de voir dans cette espèce une forme dègradée de Phialidé du genre *Beauveria* et la retirer du genre amorphe *Sporotrichum.* »

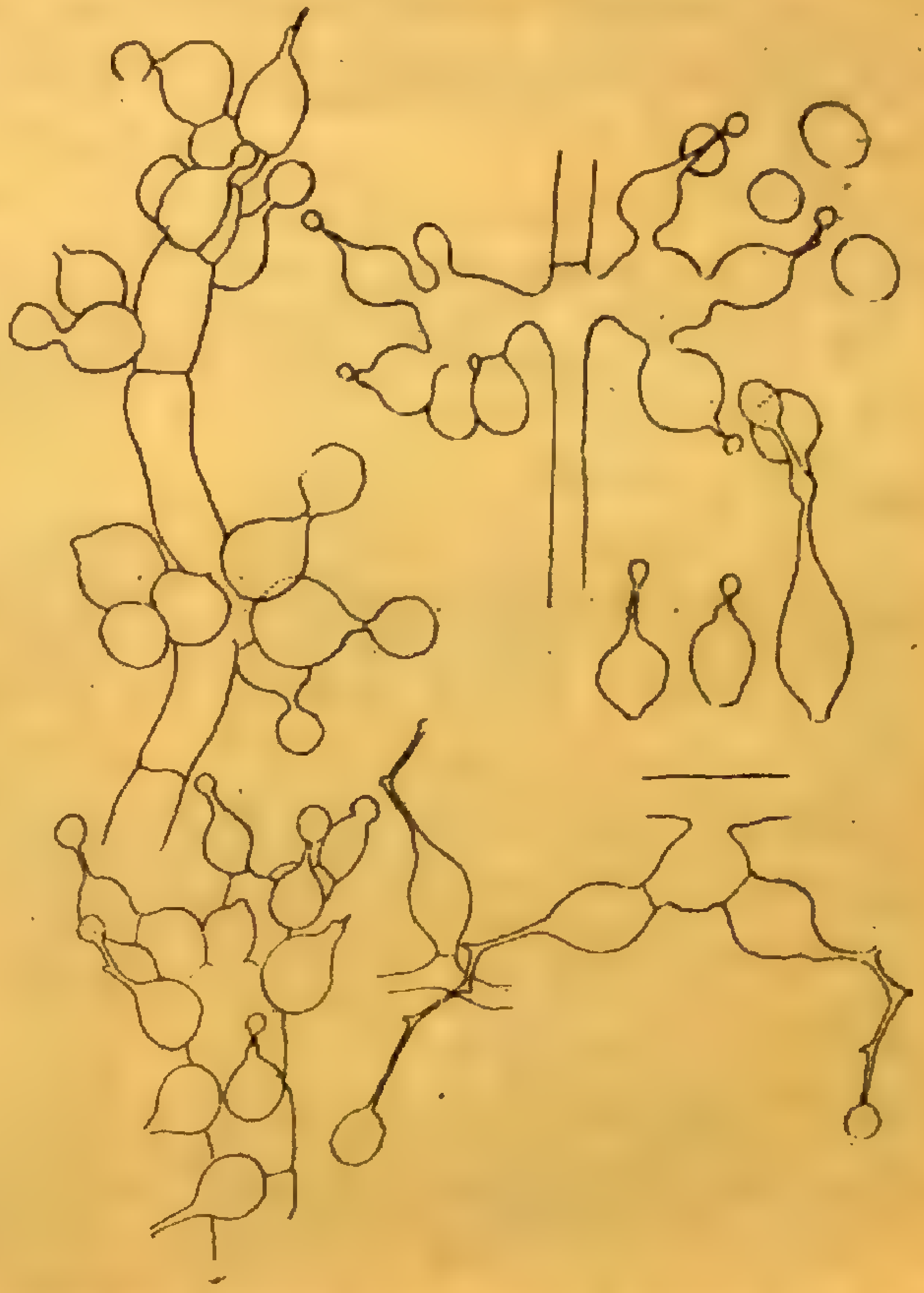


Fig. 8. — *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin (d'après des dessins de M. Vuillemin, **47**).

En résumé, le genre comporterait actuellement quatre espèces :

Beauveria Bassiana (Balsamo) Vuillemin.

Beauveria effusa (Beauverie) Vuillemin.

Beauveria densa (Link) Picard.

Beauveria globulifera (Spegazzini) Picard.

Toutes ces espèces sont fort voisines, ainsi que nous l'établirons plus loin.

Comme le montrent les lignes suivantes, Giard avait prévu la création du nouveau genre : « Si pour l'établissement de divisions naturelles parmi les formes simples de Mucédinées on attache une importance prépondérante, non pas aux caractères végétatifs des hyphes, mais au mode de naissance et à l'organisation de l'appareil fructifère, on sera conduit à séparer des autres, dans le capharnaum du genre *Botrytis*, un certain nombre d'espèces présentant des conidies à développement acrogène situées à maturité sur des rachis en zig-zag rétractés en glomérules. Cet ensemble, pour lequel se pourra garder soit le nom ancien de *Sporotrichum* en en précisant le sens, soit créer une désignation nouvelle, comprendra les *Sporotrichum densum* Link, *bassianum* (Bals.), *globuliferum* et sans doute un certain nombre d'autres».

IV. — LES ESPÈCES DU GENRE BEAUVERIA AUTRES QUE LE B. BASSIANA

Nous ne reparlerons pas du *Beauveria Bassiana*, qui vient de nous arrêter longuement, mais nous dirons quelques mots des trois autres espèces :

V. — BEAUVERIA EFFUSA *(BEAUVERIE) VUILLEMIN*

Nous avons trouvé ce champignon sur une larve de ver à soie qui nous avait été remise par M. A. Conte, naturaliste de la condition des soies de Lyon et chargé d'un cours de zoologie appliquée à l'Université de cette ville. Cette larve était couverte d'un champignon qui lui a paru *a priori* différent de la Muscardine ordinaire. La différence des deux maladies se signale à un examen superficiel par la coloration rouge du ver et par la nuance rouge intense que la culture du champignon communique à la pomme de terre. Ce champignon est très voisin de la muscardine proprement dite, toutefois un caractère différentiel nous avait beaucoup frappé : l'aspect macroscopique des cultures. Nous allons examiner les caractères de cette espèce et discuter leur valeur en les comparant à ceux des espèces voisines.

a) Caractères macroscopiques des cultures.— C'est surtout l'examen comparatif des cultures de *Beauveria Bassiana* et de notre muscardine qui peut faire penser que l'on a affaire à deux champignons distincts. La différence ressort d'autant mieux que l'on effectue des cultures en plus grandes surfaces, nous avons réalisé dans ce but des macrocultures dans des récipients *ad hoc* d'un litre de contenance.

La «muscardine rouge» donne une végétation floconneuse, s'élevant jusqu'à 4-5 millimètres et plus au-dessus de la surface du substratum.

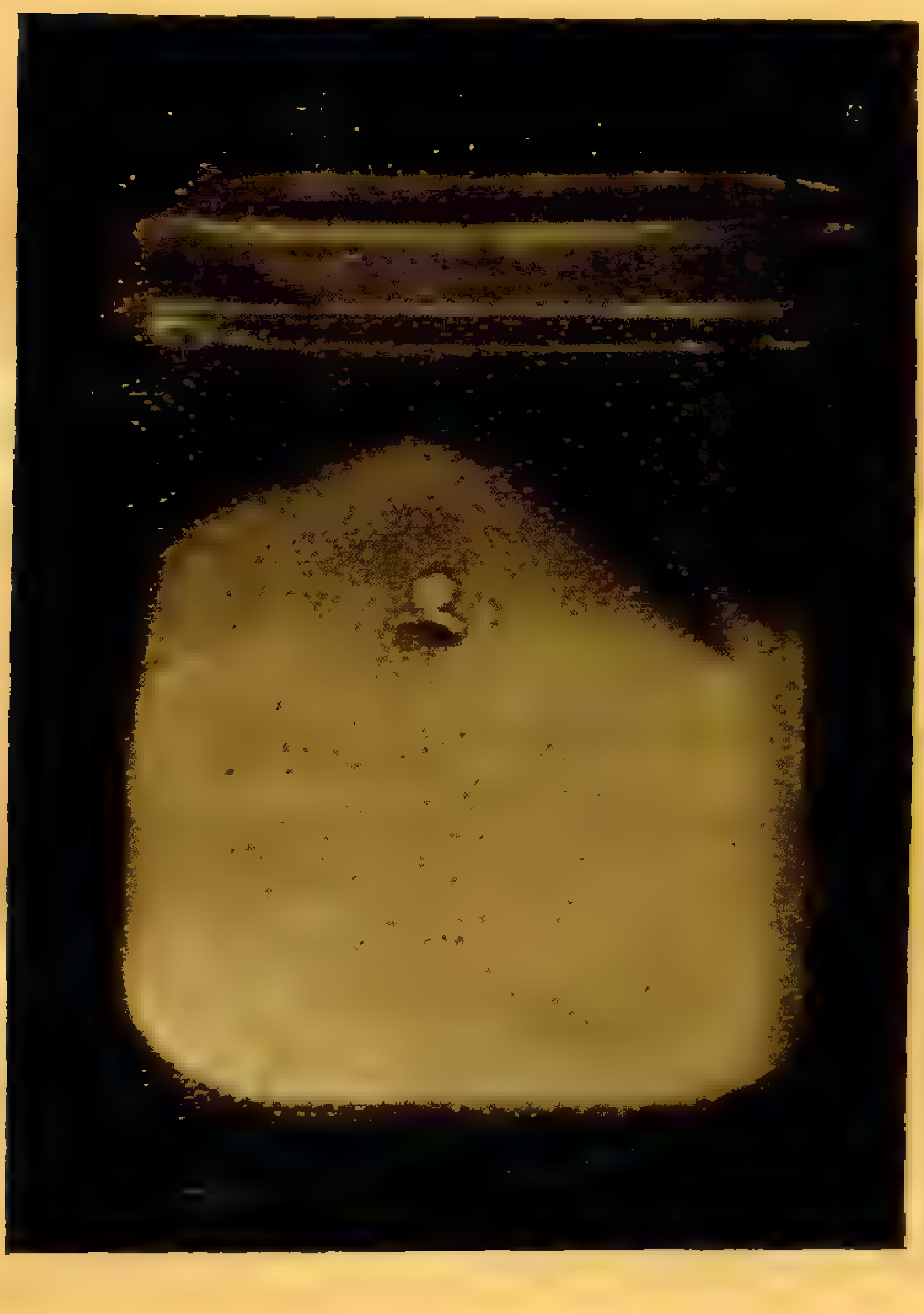


Fig. 9. — *Beauveria Bassiana* Vuillemin, Muscardine proprement dite.

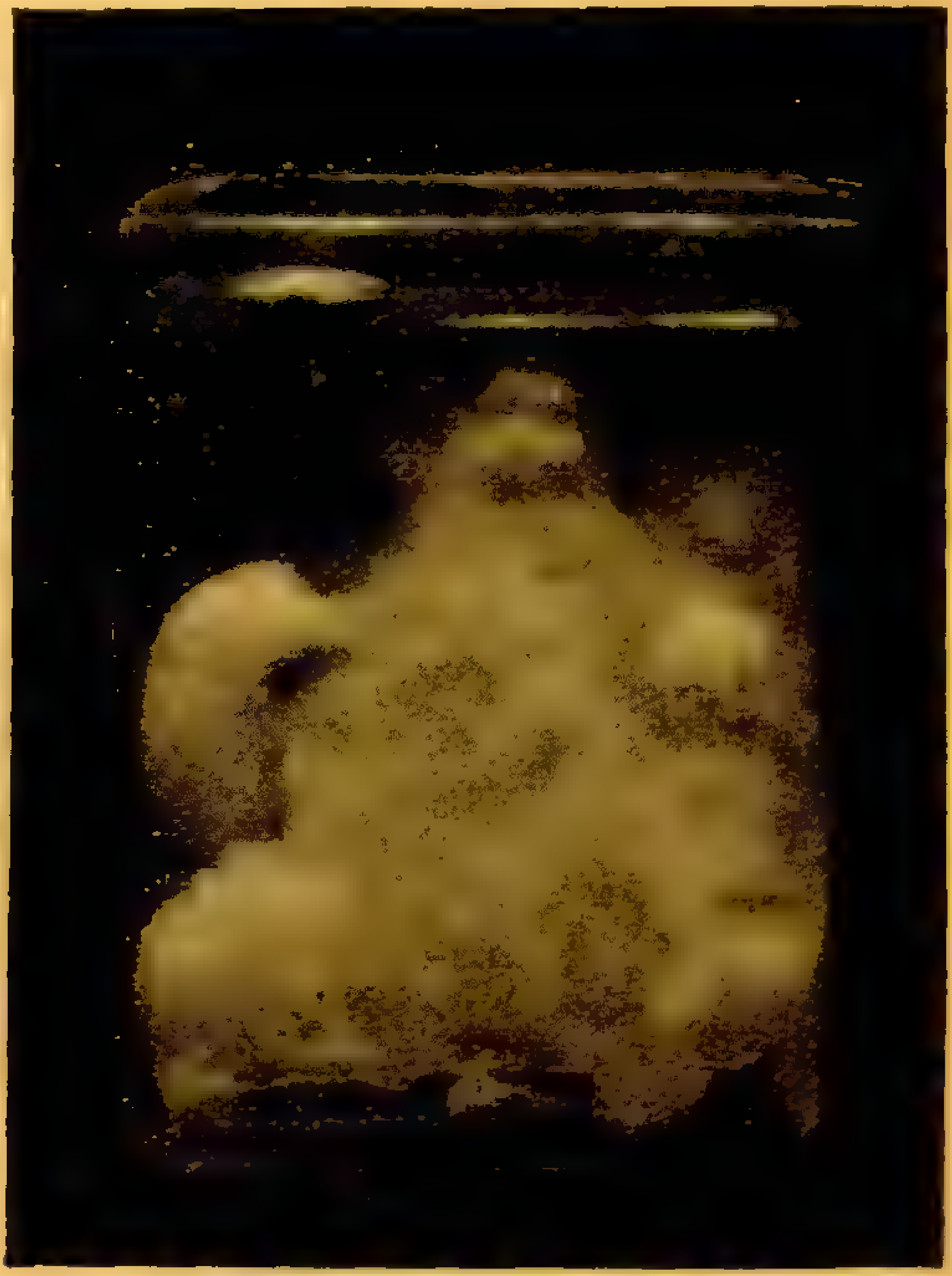


Fig. 10. — *Beauveria effusa* (Beauverie). Vuillemin.

Les figures 9 et 10 reproduisent des cultures du même âge sur moût de bière gélosé.

Le Botrytis Bassiana donne une végétation très basse, très plate, non floconneuse, mais adhérente au support et prenant vite un aspect crayeux. Souvent il se forme dans les cultures sur milieux gélosés des stries concentriques d'accroissement très marquées.

L'examen macroscopique des cultures, et surtout des macrocultures, constitue le moyen le plus sûr et le plus commode de distinguer les deux espèces et cela d'autant plus qu'elles présentent des colorations différentes, comme nous le dirons plus loin.

En outre, nous n'avons jamais obtenu (après onze mois de culture sur milieux variés) les formes agrégées « corémiales », qui caractérisent les *Isaria*, avec la « muscardine rouge » ; par contre, le *Beauveria Bassiana* sur une culture en flacon d'un litre, déjà ancienne et dont il recouvrait toute la couche nutritive formée par du moût de bière gélosé, nous avons vu se former des clavules ayant les caractères décrits p. 90 de ce mémoire.

b) COLORATION.— Notre muscardine colore la pomme de terre en rouge intense, lie de vin ; le *Beauveria Bassiana* de même âge et provenant d'un même nombre de reports à partir des vers momifiés, ne donnait pas de coloration sur ce milieu. Nous insistons sur ce point que nous comparons des cultures de même âge.

MM. Prillieux et Delacroix avaient établi déjà une différence semblable entre le *Botrytis tenella* et le *Botrytis Bassiana*, mais Giard n'admettait pas qu'on pût accorder quelque importance à ce caractère au point de vue de la différenciation des deux espèces. En effet, le *Botrytis tenella* perd petit à petit, comme l'ont constaté Giard et M. Sauvageau, la propriété de colorer le substratum en rouge, et à ce fait correspond, en outre, la diminution de la virulence du parasite.

Nous n'avons pas constaté que notre champignon produisit aucune coloration du moût de bière gélosé, ni de milieux gélosés peptonisés, alors que le *Botrytis tenella* donne au bouillon de viande gélatiné une belle coloration rouge, comme l'ont reconnu Prillieux et Delacroix et Giard.

Notre « muscardine rouge » communiquait encore à la pomme de terre une coloration rouge lie de vin après onze mois de culture, affaiblie il est vrai comparativement à celles que donnaient les premières cultures à partir des vers momifiés. Ce caractère a donc un réel intérêt au point de vue de la différenciation de cette espèce et on doit lui attribuer au moins une importance de second ordre (1).

Considérons mintenant la coloration non plus du substratum, mais celle du champignon lui-même, obtenu en culture. Cette différence ressort nettement si l'on suit comparativement le développement de macrocultures des deux espèces placées côte à côte. La « muscardine rouge » donne une végétation qui est d'abord d'un beau blanc de neige pur ; après quelques jours, elle prend une nuance jaune rosâtre, rose chair, qui va en s'accentuant. Le *Botrytis Bas-*

---

(1) L'examen que nous fîmes à nouveau de ces cultures après plus de deux ans nous montra que ce caractère s'était à peu près entièrement effacé.

siana reste longtemps d'un blanc crème qui peut devenir légèrement verdâtre, mais il est toujours facile de distinguer à première vue les deux espèces, du moins tant que ce caractère de coloration ne s'est pas trop atténué.

Quelle est la coloration du ver infesté ? Elle se signalait par sa nuance rouge fauve assez marquée; ce fait, joint à ceux de la coloration rouge communiquée à la pomme de terre, de la coloration rose chair des cultures elles-mêmes, peuvent justifier l'appellation provisoire de « muscardine rouge » dont nous nous sommes servi ici. Toutefois cette dénomination n'est pas sans présenter quelque risque de confusion; en effet la muscardine proprement dite communique au ver à soie une coloration rouge à un certain stade de son évolution.

A ce propos, on peut se pemander s'il y a une muscardine rouge et une muscardine blanche. A ne considérer que la coloration des cultures, il est évident que ces dénominations peuvent se justifier pour la distinction de notre champignon d'une part et du *Botrytis Bassiana* d'autre part, comme nous venons de l'expliquer. A ce point de vue, le *Botrytis tenella* mérite encore le nom de muscardine rouge, au moins par le fait de la coloration qu'il communique à la pomme de terre et au bouillon de viande gélatiné; MM. Prillieux et Delacroix les distinguaient déjà à l'aide de cette dénomination. En est-il encore ainsi lorsque l'on considère le ver lui-même ? On sait qu'à la suite de l'atteinte de la muscardine vraie le ver prend une teinte rouge, il se durcit et finit par se couvrir d'une poussière blanchâtre due aux conidies du *Beauveria Bassiana.* Il y a donc deux stades, un rouge et un blanc, mais en fin de compte le ver est blanc; donc, à considérer le résultat final on peut dire que la vraie muscardine est une muscardine blanche. Dans le cas de notre champignon, le ver est finalement *rose roux.* C'est ce caractère qui avait frappé notre collègue A. Conte et lui avait fait distinguer ce ver entre ceux qu'il avait l'habitude de voir. C'est aussi le cas des vers à soie inoculés avec l'*Isaria densa* (= *Botrytis tenella*) par Giard, comme on le constate sur les figures de la planche I de son mémoire [**20**].

En somme, au point de vue de la couleur, notre champignon se différencie du *Beauveria Bassiana* par sa coloration en culture; il s'en distingue aussi par la couleur rouge qu'il communique à la pomme de terre et parce que le ver tué est jaune roux.

Ces colorations rappellent celles que donne le *Botrytis tenella* : les deux champignons colorent la pomme de terre, mais notre « muscardine rouge » ne donne pas de coloration sur les milieux gélose-peptone.

Nous avons établi plus haut qu'il ne fallait accorder à ces caractères de coloration du milieu qu'une importance de second ordre.

Audouin [1], en 1837, dans son mémoire classique sur la muscardine du ver à soie, avait déjà remarqué chez divers insectes inoculés avec « la muscardine du ver à soie », une teinte rose de l'insecte mort. Il représente (Pl. 10, fig. 9) une chrysalide de phalène dont l'intérieur du corps est rempli par le sclérote du champignon et qui présente une teinte rose. Audouin avait affaire peut-être à l'espèce ou à la forme que nous avons signalée sous le nom de *Botrytis effusa.* Comme il ne décrit pas de cultures, nous ne pouvons reconnaître le caractère de mycelium floconneux qui permettrait de s'en assurer.

c) CARACTÈRES MICROSCOPIQUES.— Les caractères microscopiques de notre champignon sont identiques à ceux du *Beauveria Bassiana* et si les caractères macroscopiques des cultures n'étaient pas aussi différents que nous l'avons signalé, il n'y aurait aucune raison de distinguer les deux formes.

Il est très difficile d'étudier ces champignons à l'aide de prélèvements faits directement sur une culture : les filaments très ténus sont enchevêtrés, les conidies, d'insertion très fragile, se séparent dès qu'on les touche, ce qui fait que l'on obtient ainsi des filaments d'une part et des spores d'autre part sans que l'on puisse saisir les connexions des uns et des autres. Ce sont là difficultés qu'ont rencontré tous les auteurs qui ont étudié le *Beauveria Bassiana.* Aussi de Bary, dès 1867, avait-il reconnu la nécessité des cultures sur porte-objet et c'est en faisant germer des spores en gouttelette pendante (de moût de bière généralement) en cellule Van Tieghem, que nous avons nous-même réussi à étudier comparativement les caractères microscopiques de la Muscardine rouge et du *Beauveria Bassiana.*

Les figures 11 et 12 montrent le mode de végétation de notre muscardine : Les filaments, très ténus, se cloisonnent et se ramifient. Le plus souvent les ramifications naissent à un même niveau ; elles se ramifient à leur tour pour se terminer par des phialides qui donnent

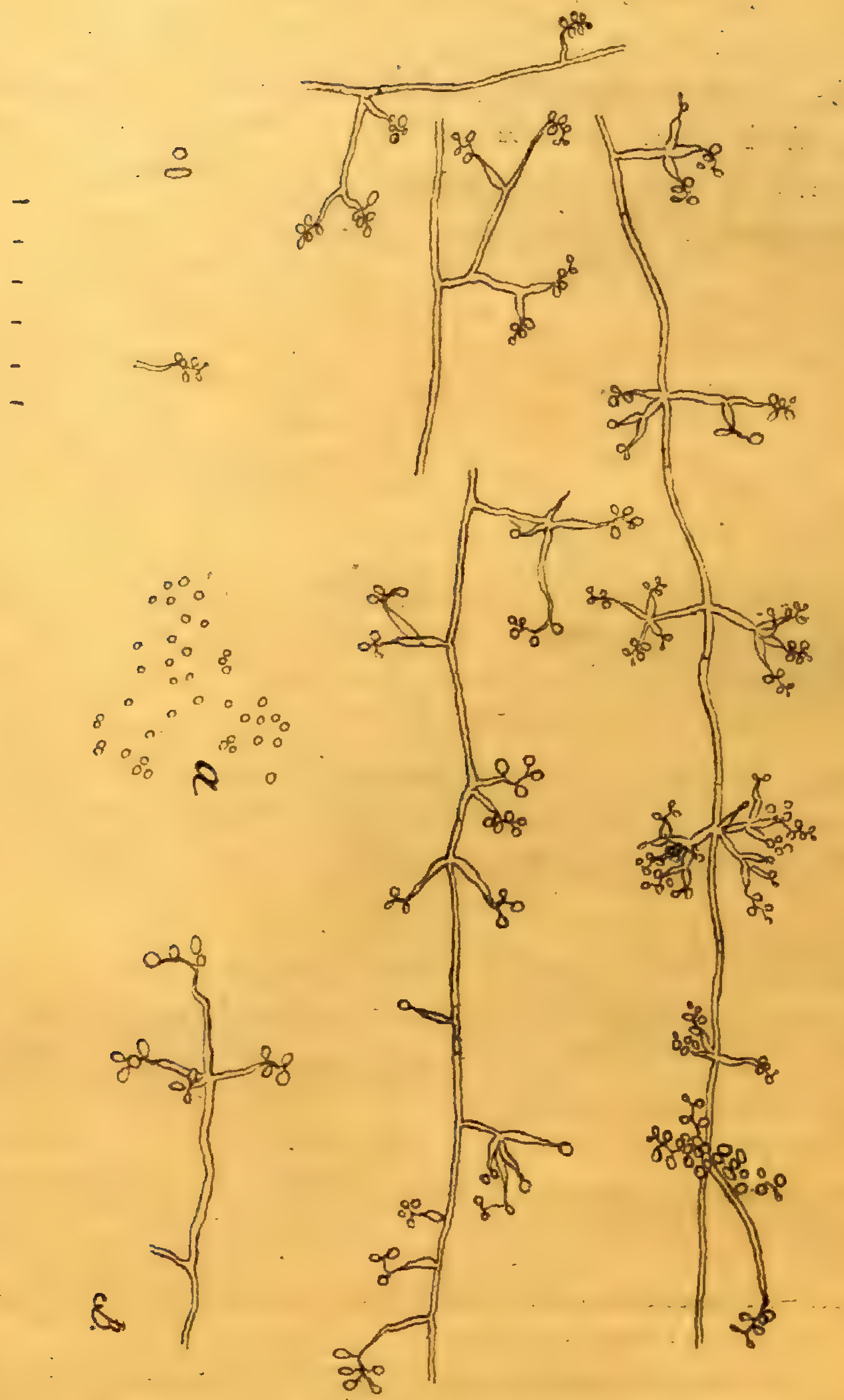


Fig. 11. — Muscardine rouge (*Beauveria effusa*). Filaments fertiles d'une culture en cellule sur moût de bière âgée de dix jours. En *a* sont figurées des spores provenant d'une culture ancienne sur pomme de terre, elles sont toutes arrondies.

Dessin à la chambre claire. 6-DD Zeiss. Chaque division de l'échelle équivaut à 10 μ.

naissance à des conidies. A un faible grossissement, il semble, par suite de ce mode de ramification, que l'on ait le long des filaments axiles, des bouquets sporifères parfois assez denses.

Le mode de production des spores à l'extrémité des stérigmates ou phialides est celui qui caractérise si bien le *Beauveria Bassiana* et que nous avons décrit plus haut.

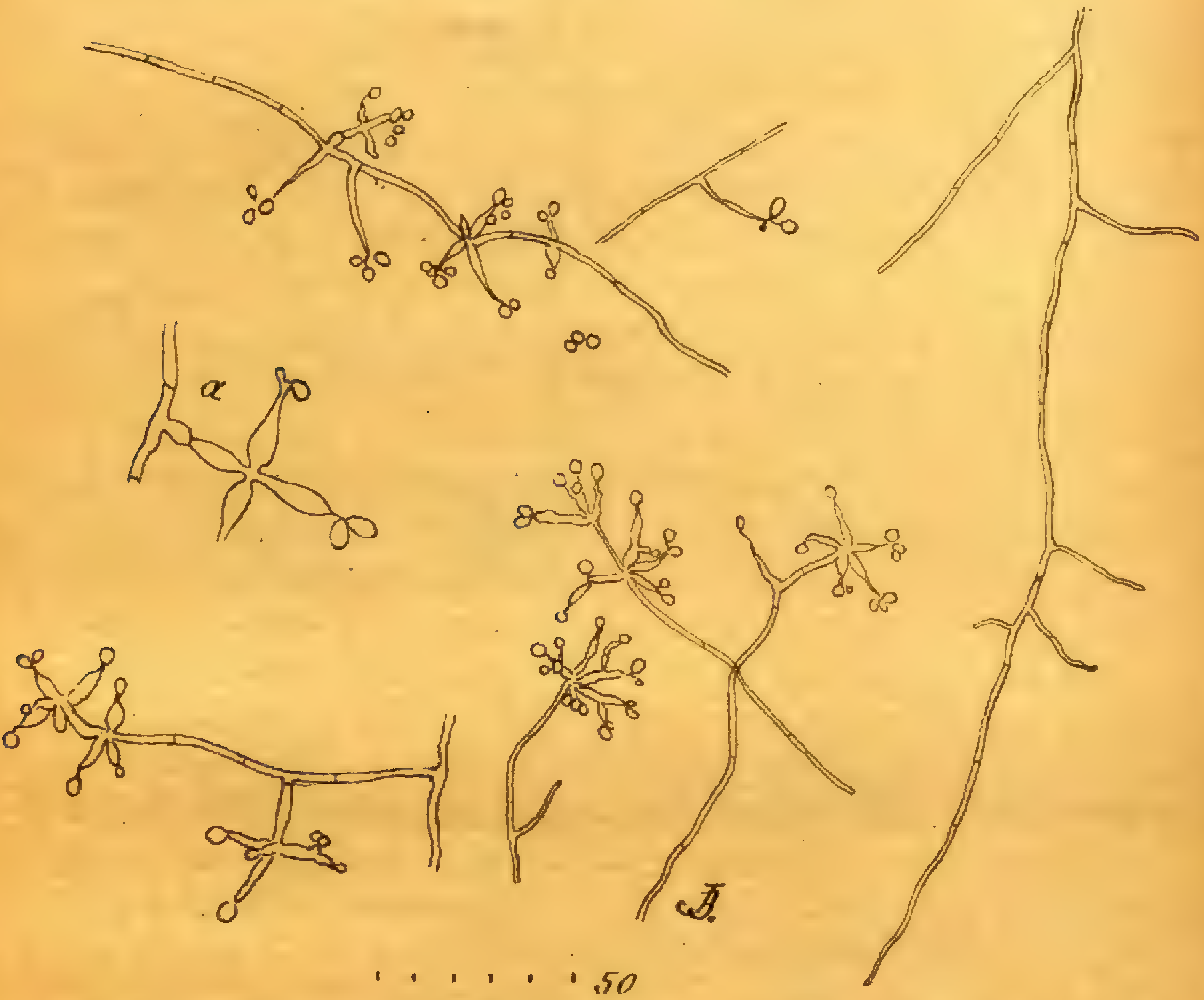


Fig. 12. — Muscardine rouge *(Beauveria effusa)*. Culture en cellule sur moût de bière gélosé, âgée de 10 jours.

Dessin à la chambre claire. 6-DD Zeiss. Chaque division de l'échelle équivaut à 10 μ. La figure *a* est dessinée à un plus fort grossissement.

Forme des spores. — Comme dans le cas du *Beauveria Bassiana* (fig. 1, 2, 5) les spores que l'on rencontre dans les cultures jeunes sont fréquemment allongées, ovoïdes; mais, si au lieu d'examiner de jeunes cultures en cellules, on prélève des spores sur une culture âgée, on reconnaît qu'elles sont toutes globuleuses (fig. 11 *a*, fig. 13,1).

Dimensions. — Il faut mesurer les spores obtenues sur cultures âgées d'assez grande surface, les conditions des cultures en cellules étant assez spéciales et pouvant entraîner des anomalies morphologiques.

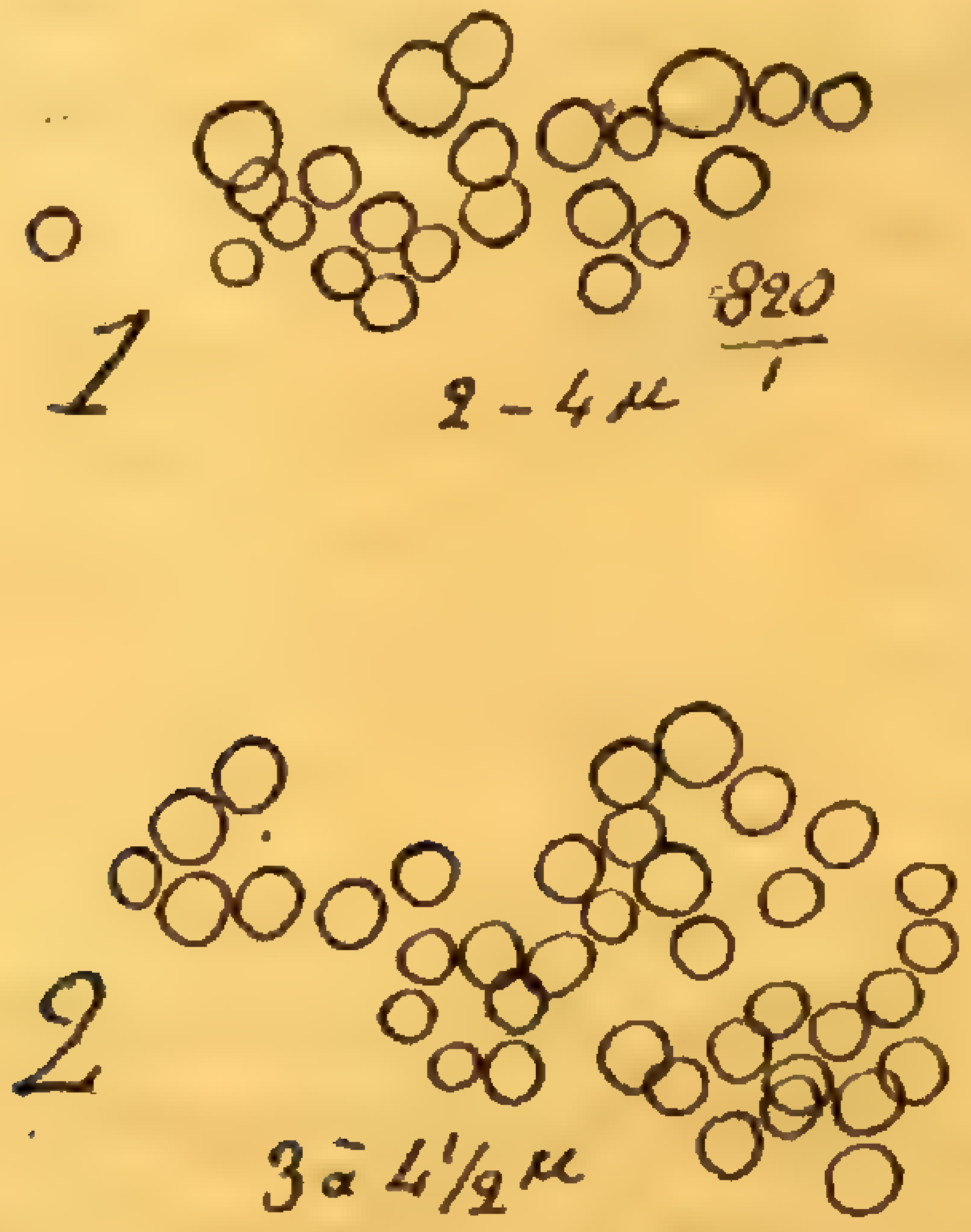


Fig. 13. — 1. Spores de Muscardine rouge *(Beauveria effusa)* ; 2. de Muscardine typique *(Beauveria Bassiana)*. Calque d'un dessin inédit de M. Boudier, d'après nos cultures.

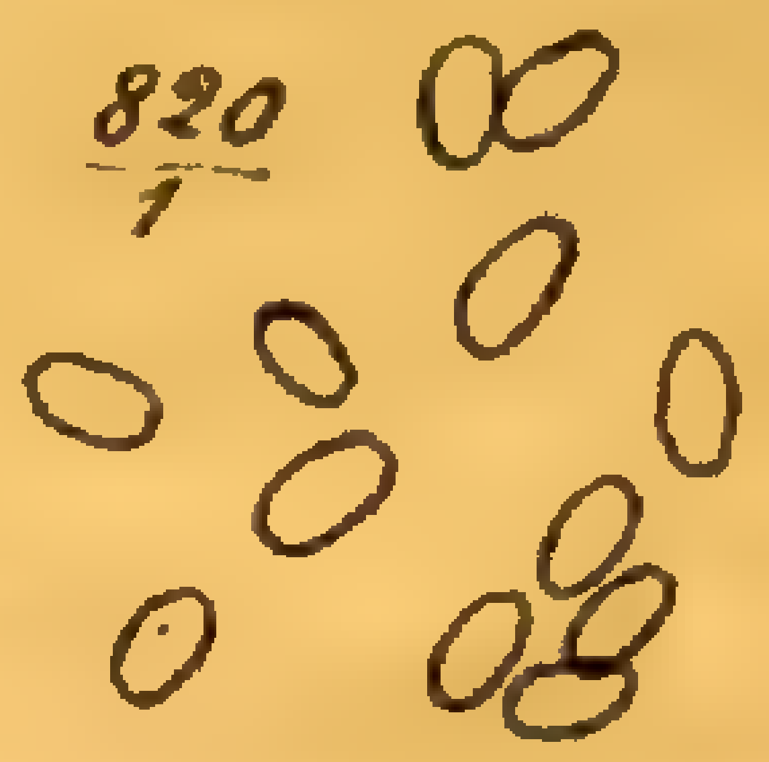


Fig. 14. — Spores de l'*Isaria densa* (même échelle que les fig. 13). Reproduction d'un dessin inédit de M. Boudier fait avec des cultures de Giard (1891).

Nous avons constaté des diamètres allant de 2 à 4 μ. Ces mesures ont été obtenues à la chambre claire et les échelles jointes à nos dessins peuvent permettre de les répéter.

(A suivre).

SUR L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES POILS DES PLANTES

Par M. François KÖVESSI

(*Suite*)

VII. — APPAREIL DE PRÉCISION POUR FAIRE DÉVELOPPER DES PLANTES DANS UN MILIEU PRIVÉ D'AZOTE, ET CONCLUSION DÉFINITIVE SUR L'ORIGINE DE L'ALBUMINE DANS LES POILS VÉGÉTAUX.

Jamieson, Zemplén et Roth se sont placés au point de vue le plus strict par rapport à l'éclaircissement de la question; ainsi que cela s'est manifesté au cours de la polémique, ils ont nié l'acceptabilité de mes expériences. C'est ce qui m'a obligé à continuer de m'occuper du problème et à construire un appareil de précision qui puisse faire face à toutes les critiques.

Mon but consistait à construire un appareil fermé hermétiquement, dans l'intérieur duquel les plantes puissent végéter dans des gaz privés d'azote et dans lequel put être faite la réaction nécessaire quand les plantes auraient atteint le degré voulu de leur développement. Or, les plantes qui se sont développées dans cet appareil n'ont subi le contact de l'air chargé d'azote qu'après avoir eu leurs cellules détruites par les réactifs, de sorte qu'ainsi elles étaient tout à fait incapables de procéder à l'assimilation qui leur est imputée. Les plantes, en un tel état, sont facilement utilisables à l'examen microscopique.

La question à résoudre avec cet appareil est la même que celle que j'ai fait connaître préalablement dans le chapitre VI.

Il est naturel *que s'il est vrai que l'albumine n'apparaît dans les poils spécialisés que lorsqu'ils ont subi le contact de l'air, « dont ils* *absorbent l'azote pour le transformer en albumine* (1) ou bien « *s'il est vrai qu'il y a si peu d'albumine dans les poils avant leur fonctionnement qu'il est impossible de le démontrer à l'aide de réactifs* (2) », alors il est inutile d'expliquer que, si c'est dans les gaz absolument privés d'azote que j'élève les plantes, il ne s'y développera pas de poils, ou bien, s'il s'en développe, *ils ne devront pas montrer* les réactions de l'albumine (iode, etc.,) que les auteurs citent comme critérium. Si, malgré cela, il se développe quand même des poils sur les plantes élevées dans une atmosphère privée d'azote, et si ces poils montrent la réaction de l'albumine analogue à celle des poils végétaux développés à l'air libre, alors il est évident que cette albumine ne provient pas de l'azote libre de l'air, mais de la plante elle-même. C'est-à-dire qu'en ce cas, l'opinion émise par Jamieson et ses adeptes parlant d'« *organes fixateurs d'azote* » est erronée.

Il me semble que j'ai réussi à construire l'appareil dont il s'agit, et je crois que les expériences faites avec cet appareil donnent une réponse définitive à la question.

DESCRIPTION DE LA CONSTRUCTION, DE LA DISPOSITION ET DU FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL.

a) *Construction de l'appareil*

J'ai construit l'appareil tout en verre. J'ai obtenu l'oxygène indispensable à la végétation des plantes par voie électrolytique, en employant de l'eau distillée, et j'ai constamment vérifié l'absence d'azote dans l'atmosphère des plantes par des examens d'analyse spectrale.

L'appareil conforme à ces exigences se compose de trois parties principales, qui sont : *un vase à culture*, pour contenir les plantes à cultiver; un *appareil électrolytique*, pour développer l'oxygène, et un *tube spectroscopique*, nécessaire aux contrôles. Il y a, outre cela, plusieurs parties secondaires et accessoires, qui sont nécessaires au cours de l'expérience, ou à la fin, lors du commencement de la réaction. Toutes ces parties sont soudées l'une à l'autre,

---

(1) *Loc. cit.*
(2) *Loc. cit.*

b₁₂
b₉
b₈
b₇
b₆
b₁₁
b₁₀
b₃
b₄
b₁
b₂
b₅
B
20 cm.
4 mm.
10 mm.
8 cm.
A
a₁
a₂
a₃
a₄
a₆
a₇
a₈
a₉
a₁₀
a₁₁
c₁
c₂
c₃
c₄
c₅
c₆
c₇
c₈
C
E
e₁
e₂
e₃
e₄
e₅
e₆
e₇
e₈
e₉
1.5 lit.
0 cm.
5
10
20

Fig. 1. — Plan de l'appareil servant à cultiver les plantes dans l'oxygène exempt d'azote.
(Au onzième de la grandeur naturelle.)

ou s'appliquent l'une dans l'autre par des surfaces usées à l'émeri. Pour que les précautions prises ne puissent être blâmées, j'ai encore employé l'obturation à l'aide du mercure aux endroits non soudés où les parties s'appliquent l'une dans l'autre par des surfaces usées à l'émeri.

Au cours de l'expérience, on a encore besoin de plusieurs appareils, comme par exemple le rhéostat électrique, l'inducteur à étincelles Ruhmkorff, la machine pneumatique, l'appareils pectroscopique, le microscope, etc., lesquels, quoique essentiels au cours des examens, ne sont que des instruments accessoires. Il est naturel qu'au cours de ma description, je ne ferai connaître que l'appareil; quant aux connaissances nécessaires au maniement des instruments énumérés, je suis obligé de les omettre et de renvoyer les lecteurs qui s'y intéressent aux traités de physique, de microscopie et microchimie.

La figure 2 représente l'aspect général de l'appareil. La figure 1 montre le plan de l'appareil réduit au onzième environ, et contenant les données de construction et les dimensions.

Au milieu du dessin, on voit sur ces figures le vase de culture A qui est en communication à l'aide d'un tube en verre avec l'appareil électrolytique B servant à développer l'oxygène. Les électrodes en platine b_1 — b_2 sont introduites dans cet appareil à l'aide des bouchons usés à l'émeri b_4 — b_5. Les globes en verre B se rétrécissent à leur partie supérieure et supportent les robinets b_6 — b_7, ainsi que les récipients à mercure b_{10} — b_{11} qui entourent les robinets et contiennent du mercure. Au-dessus des robinets sont placés les tubes servant à évacuer les gaz. Ces tubes supportent les réfrigérants b_8 — b_9. Le tube en verre de gauche, qui sert à évacuer l'hydrogène, fait, après avoir atteint la hauteur de 80 cm., un coude horizontal et descend ensuite perpendiculairement jusqu'au niveau inférieur de l'appareil, et il se termine dans le flacon b_{12} de manière que son extrémité se trouve sous la surface du mercure contenu dans ce flacon. La couche de mercure sert à boucher le tube, de sorte que les gaz peuvent quitter l'appareil, mais l'air ne peut y pénétrer.L'épaisseur de la couche de mercure, dans le cas où l'appareil est construit d'après les mesures données, doit être exactement de 4 mm., car les dimensions en sont calculées de la sorte (1).

L'oxygène se développant à l'électrode de droite passe à travers le réfrigérant b_8 et arrive dans le vase à culture A, qu'il quitte ensuite par le tube en verre a_4. Ce tube s'élève perpendiculairement, forme en a_6 un petit globe et se termine dans le vase a_7 sous la surface d'une couche de mercure. Ce flacon qui contient du mercure sert, ainsi que le flacon b_{12}, à permettre l'échappement des gaz accumulés, en empêchant cependant la pénétration de l'air. L'épaisseur de cette couche de mercure est, ici de même, exactement de 4 mm., à partir de l'extrémité inférieure du tube.

Ce même tube en verre a un embranchement soudé en a_5 qui porte à son extrémité le tube spectroscopique C. A la naissance de l'embranchement se trouve le robinet c_1, qui est entouré du récipient à mercure c_2, dont le mercure assure la fermeture hermétique; puis, sous le récipient, le tube se divise en deux branches en c_3. La branche horizontale reste horizontale sur une certaine longueur et monte ensuite à la hauteur de 78-79 cm., puis redescend et aboutit dans le mercure du flacon c_4. D'après les calculs précis, la couche de mercure doit être aussi de 4 mm. d'épaisseur; ainsi que dans les cas précédents, elle préserve l'intérieur de l'appareil de la pénétration de l'air, même dans tous les cas de variation atmosphérique, c'est-à-dire à la différence de pression de 760-800 mm.

La branche, qui descend à partir de c_3, porte à son extrémité le tube spectroscopique C. Au niveau de cet embranchement se trouve en c_6, une allonge s'adaptant par des surfaces usées à l'émeri, et dont la fermeture hermétique est assurée au moyen d'un récipient à mercure.

Le modèle du tube spectroscopique diffère des anciens modèles. Ce modèle est fabriqué par la fabrique d'instruments R. Gœtze à Leipzig, et est vendu sous la marque « *type C* »; il est de beaucoup supérieur à l'ancienne forme, car en produisant une image spectroscopique plus forte et d'une clarté plus intense, il facilite et rend plus sûre l'analyse spectrale.

Un embranchement, soudé à la paroi du vase à culture A, forme une partie secondaire de l'appareil. C'est à l'aide de ce tube que seront introduits au contact des plantes, les liquides nécessaires à la réaction qui a lieu à la fin de l'expérience. Cet embranchement supporte le robinet a_8, et le récipient de mercure a_9. Son extrémité supérieure a_{10} débouche dans le flacon a_{11} qui contient également du mercure servant à la fermeture hermétique.

---

(1) Chaque partie de l'appareil est construite d'après des calculs précis. Je ne peux, à cause du manque de place, donner ici ces calculs, ainsi que les menus détails expérimentaux. Cependant, les chercheurs qui s'y intéressent, trouveront ces détails dans une étude que je ferai paraître plus tard.

Dans la partie droite de la figure, on voit un autre appareil accessoire. C'est le vase contenant le réactif qui, à la fin de l'expérience, sera introduit dans le vase à culture A. La partie e_1, en forme de pipe, s'adapte par des surfaces usées à l'émeri au tube en verre a_{10}, de même que son extrémité e_9 s'applique à l'allonge usée à l'émeri du flacon c_8. A l'aide de ces extrémités, le vase à réactif E peut être rapidement et exactement mis en communication avec l'appareil principal.

Il faut remarquer de plus que tous les robinets ont des voies obliques, ainsi que cela est visible sur le dessin. Comme on le sait, ces robinets réalisent la fermeture d'une manière beaucoup plus exacte que ceux qui ont une voie non oblique. Et comme, outre cela, chaque robinet, chaque orifice et chaque surface usée à l'émeri sont pourvus d'une fermeture hermétique au mercure, la pénétration de l'air extérieur est tout à fait impossible.

J'ai fait exécuter l'appareil par la fabrique Greiner, en Allemagne.

b) *Disposition de l'appareil.*

Pour disposer l'appareil, il faut choisir une salle dont les fenêtres donnent au sud, afin de pouvoir, selon le besoin, exposer les plantes aux rayons du soleil. Il est encore important qu'il soit possible de réaliser l'obscurité dans cette salle, cette condition étant nécessaire pour les examens spectroscopiques.

Pour pouvoir refroidir le vase B s'échauffant fortement au cours de l'électrolyse, j'ai placé tout l'appareil dans une cuvette en fer étamé, longue de 60 cm., large de 33 cm., et haute de 26 cm. C'est aussi dans ce bassin qu'est disposé le tréteau servant à maintenir l'appareil en position verticale. Pour exclure tous mouvements, le bassin, le tréteau et l'extrémité inférieure de l'appareil sont cimentés en une pièce à l'aide de plâtre ou de ciment. La base circulaire de l'appareil électrolytique ne doit s'enfoncer dans le ciment qu'à une profondeur de 1-2 mm. Cela suffit pour préserver complètement l'appareil des glissements latéraux. Quant au maintien de la position verticale, nous y procédons en fixant l'appareil dans le tréteau qui est sous le récipient de mercure b_{11}.

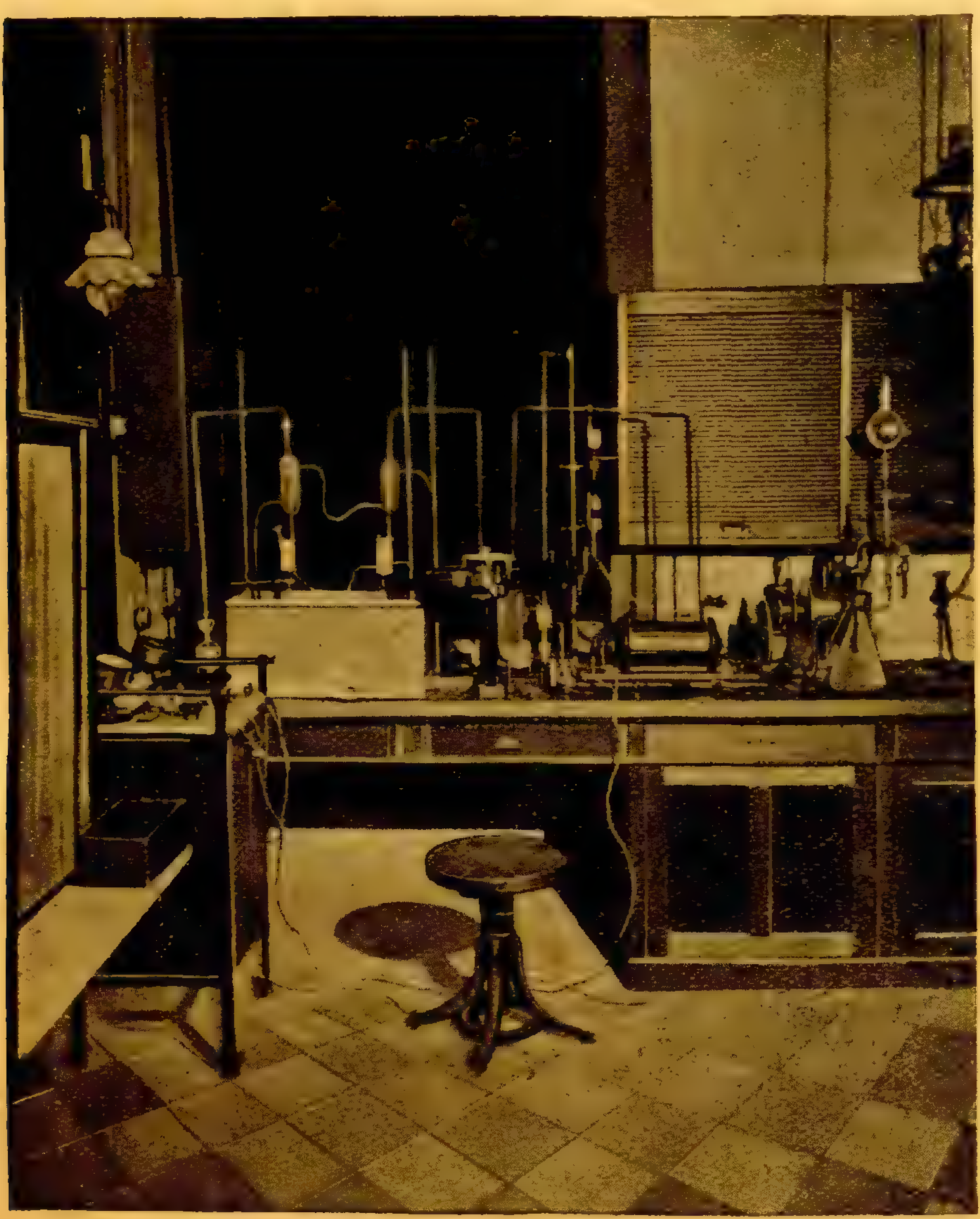


Fig. 2. — Appareil à culture avec ses parties accessoires au cours de l'expérience.

Si nous avons réussi à bien effectuer cette disposition, il est facile de disposer d'une manière efficace le tube servant à évacuer l'hydrogène, ainsi que le vase à culture A et le tube a_4 avec les flacons a_7 et c_4. Il est important que la position de l'appareil soit complètement verticale, car le mercure contenu dans les récipients représente un poids considérable, de sorte que si l'appareil était disposé obliquement, le poids du mercure occasionnerait facilement la casse de certaines parties. Il faut serrer le moins possible l'appareil dans les tréteaux, car la tension peut facilement faire éclater certaines parties de l'appareil. Cependant il est utile de bien enchâsser le vase à culture A, et de soutenir les récipients de mercure a_9 et c_2 pour que les tubes en verre ne se cassent pas sous le poids du mercure.

La figure 2 offre des indications utiles pour la disposition de l'appareil.

c) *Mise en train de l'appareil.*

Dans la description précédente, nous avons désigné la place de chaque partie de l'appareil; nous allons maintenant indiquer comment on dispose d'une manière définitive les différentes parties. Nous éloignons, avant tout, les parties b_8 — a_1, A, ainsi que toutes les parties de droite, qui sont en rapport avec elles, de sorte que l'appareil électrolytique reste seul à sa place première. Ensuite, nous remplissons l'appareil électrolytique d'eau distillée, qu'il est bon de rendre conductrice avec de la soude (NaOH). Si l'appareil a été construit d'après les mesures du plan ci-dessus, il faut à peu près 4-5 litres d'eau. La quantité de soude à dissoudre doit être telle qu'elle permette à un courant de 1,5-2 Ampères de passer par l'appareil, à la température du laboratoire. Pour cela, il faut à peu près 50-100 gr. de soude.

Ensuite nous mettons de la graisse à robinet sur les robinets b_6 et b_7 et aux bouchons à surfaces usées à l'émeri b_4 et b_5, qui supportent les électrodes. Puis nous attachons solidement les bouchons ainsi que les allonges au-dessus du robinet b_7-b_6 à l'aide des petits crochets, qui sont en ces points. Pour assurer la fermeture hermétique, nous versons du mercure dans les récipients b_4, b_5 et b_{11} de même que dans le flacon b_{12}; dans ce dernier, une quantité suffisante pour couvrir l'extrémité du tube, une couche épaisse précisément de 4 mm.

On fait ensuite bouillir l'eau de l'appareil électrolytique à l'aide du courant électrique, pour en chasser complètement l'azote, et pour faire évacuer l'air de l'intérieur de l'appareil. On peut très aisément chauffer, porter à l'ébullition et opérer le refroidissement du liquide à l'aide d'un rhéostat convenable et d'un appareil de mesure des courants électriques. Quand la température du liquide monte, sa capacité conductrice grandit en même temps, de sorte qu'à la température voisine de l'ébullition, le courant est plus fort qu'avant, et tandis qu'au commencement il ne passait à travers l'appareil que 1,5-2 ampères, ensuite il en passe beaucoup plus. Il n'est pourtant pas prudent que le courant s'élève au-dessus de 4-5 ampères, car l'échauffement trop brusque pourrait faire éclater l'appareil, ou bien l'appareil subirait, par suite de l'intense ébullition, une commotion si forte que cela pourrait nuire à son intégrité.

L'hydrogène, alors que le liquide est en ébullition, se dégage par le flacon a_{12}; quant à la vapeur elle se condense dans le réfrigérant b_9 et retombe dans le vase d'électrolyse. L'oxygène accompagné de la vapeur d'eau quitte l'appareil par le robinet b_6.

Pour chasser l'air contenu dans l'eau, il suffit généralement de 3-5 heures d'ébullition. Après cette opération, il ne peut rester dans l'eau qu'une quantité d'azote infiniment petite, si petite, qu'il est impossible d'en démontrer la présence même à l'aide des méthodes les plus sensibles, ainsi que l'ont prouvé les mesures faites par Bohr et Bock (1) et ainsi que le prouvent les examens spectroscopiques que je ferai connaître au cours de cet exposé.

Il faut procéder à la fermeture précise de l'appareil avant le refroidissement pour que l'air ne puisse y revenir. Cette fermeture se fait à l'aide du robinet b_6. Afin d'assurer la fermeture hermétique, nous versons assez de mercure dans le récipient b_{10} qui l'entoure, pour que ce mercure recouvre complètement le robinet. Il est encore bon, outre cela, de verser 0,5-1 cm³ de mercure dans le tube au-dessus de b_6, pour que ce mercure aussi assure la fermeture exacte de ce robinet.

Puisque préalablement nous avons fermé les autres orifices de l'appareil, nous pouvons maintenant le refroidir. Le refroidissement doit être accompli progressivement et avec grand soin. Il faut tâcher de remplacer la pression de l'air qui est parti par celle du gaz en train de se former. Ce remplacement doit se produire dans la mesure du refroidissement de l'appareil et de l'abaissement de la pression de la vapeur qui suit l'abaissement de la température. Le degré de l'affaiblissement de la pression de la vapeur est indiqué par la colonne de mercure qui, du flacon b_{12}, s'est élevée dans le tube et se comporte maintenant comme un baromètre. Il faut que le refroidissement s'accomplisse assez lentement pour que le mercure ne monte pas plus haut que 10 cm. Pour parvenir à cette régularisation, il faut employer un rhéostat convenable.

---

(1) Bohr et Bock : *Wied. Ann.*, 44, 1891, 318. — Également : Landolt-Börnstein : *Physikolisch-chemische Tabellen*, 3 Aufl., p. 660.

Quand l'appareil s'est refroidi, nous en continuons la disposition définitive. Nous ajustons le vase à culture A à sa place préalablement désignée, en ayant soin de graisser les surfaces usées à l'émeri avec de la graisse à robinet. Ensuite nous relions les tubes en les attachant aux crochets qui sont au-dessus du robinet b_6 avec des ressorts en acier ou avec du fil. Puis nous enchâssons le vase à culture A dans le tréteau préalablement disposé.

Ensuite nous plaçons les plantes dans le vase à culture A. Si nous voulons faire l'expérience avec des boutures de plantes ligneuses, nous les plaçons dans le vase à culture de la manière exposée plus loin. Si nous voulons faire l'expérience avec des graines, nous mettons au fond du vase environ 4-6 cm. d'épaisseur de coton, de verre ou de pierre ponce bouillis dans l'eau distillée, et nous versons de l'eau distillée, ou la solution de culture nécessaire, ou bien encore du liquide provenant de l'épuisement d'une terre (1).

Après avoir disposé les plantes, nous procédons de la manière suivante à l'ajustement de la dernière partie de l'appareil. Nous enduisons la partie en casque a_2 du tube a_4 avec de la graisse à robinet et nous l'adaptons sur les surfaces usées à l'émeri a_3 du vase à culture, puis nous relions les parties l'une à l'autre, à l'aide de leurs crochets. Il est naturel que, lors de cette disposition définitive, il faut introduire l'extrémité inférieure des tubes qui servent à éliminer les gaz dans les flacons c_4 et a_7.

Après quoi, si nous avons encore enduit les jointures c_1, a_8 et b_6 avec de la graisse à robinet, si nous avons versé assez de mercure dans les récipients a_9, c_2, b_6 pour que les robinets et les jointures soient couverts, et finalement, si nous avons rempli de mercure les flacons c_4 et a_7 de sorte que les extrémités inférieures des tubes soient couvertes d'une couche de 4 mm., le montage de l'appareil est terminé et nous pouvons commencer l'expérience.

---

(1) Il faut que je fasse remarquer, à cet endroit, que les graines germent très mal dans l'oxygène et les petites plantes périssent le plus souvent bien vite. Il y a même un bon nombre de plantes dont les graines ne germent pas du tout dans l'oxygène pur.

d) *Mise en train de l'expérience et maniement de l'appareil.*

Pour commencer l'expérience, il faut priver d'azote l'atmosphère du vase à culture et des parties adjointes, jusqu'au robinet b_6. Pour obtenir ce résultat nous n'avons qu'à pomper l'air de l'appareil à plusieurs reprises et à le remplir ensuite d'oxygène pur. Pour pomper on peut choisir le tube a_{10} ou l'un des flacons c_4, a_7. Si nous procédons à cette opération par le tube a_{10}, il est très pratique d'utiliser le tube usé à l'émeri, en forme de pipe e_1, dont l'emploi facilite l'ajustement de la machine pneumatique. Lorsqu'on opère par les flacons a_7 et c_4, la pompe doit vaincre la résistance occasionnée par la pesanteur de 4 mm. de mercure, la purification de l'atmosphère intérieure est plus lente, de sorte qu'il faut répéter plus souvent l'évacuation de l'azote, et l'introduction de l'oxygène qu'en opérant en a_{10}, où il n'y a pas de pression contraire à vaincre. Malgré cela, le mieux est de procéder à l'évacuation en c_4, car plus tard il faudra encore employer la pompe en cette position. C'est ce qui fait que cette dernière manière est la plus commode. D'autre part, si nous plongeons l'extrémité du tube a_{10} dans le mercure et surtout si à la première évacuation nous laissons monter le mercure jusqu'au robinet a_8, alors, par cela même, nous chassons l'air de ce tube, de sorte qu'à cet endroit aussi nous rendons impossible la pénétration de l'azote de l'air dans l'intérieur de l'appareil.

Lorsque l'air est pompé du vase et des parties mentionnées, nous remplissons l'espace gagné avec de l'oxygène. Pour cela, nous n'avons qu'à ouvrir avec précaution le robinet b_6. La précaution est importante, car si nous ouvrons le robinet brusquement, le mercure qui se trouve sur le robinet est entraîné dans le vase à culture par le fort courant d'oxygène, et il peut troubler l'expérience en bouchant l'orifice par où l'oxygène pénètre dans cette partie de l'appareil. Tandis que si l'oxygène passe lentement par le robinet, il n'entraîne pas le mercure, de sorte qu'aussitôt que le courant a cessé, ce mercure tombe dans le vase d'électrolyse et laisse à l'oxygène le passage complètement libre.

Aussitôt que le vase de culture est rempli d'oxygène, nous fermons le robinet b_6, afin que l'azote ne puisse pénétrer dans le vase d'électrolyse. Ensuite nous continuons à produire de l'oxygène et, s'il y en a de nouveau une assez grande quantité accumulée, nous recommençons à pomper le contenu du vase à culture.

Il est grandement suffisant de répéter l'évacuation et le remplissage 5 à 10 fois. Déjà après la cinquième évacuation bien accomplie, nous pouvons nous assurer, à l'aide du tube spectroscopique, de l'absence absolue de l'azote dans l'atmosphère de l'appareil.

Il est intéressant pour l'expérimentation d'examiner le spectre de l'atmosphère de l'appareil après chaque évacuation, car on peut voir clairement que, tandis que le tube spectroscopique démontre la présence de l'azote au début, il démontre de même qu'il n'y en a pas trace à la fin. Cela prouve d'une façon évidente l'exactitude du spectroscope, de sorte qu'on peut avoir la certitude que si l'azote était présent plus tard, l'appareil le démontrerait aussi bien qu'au commencement de l'évacuation.

Je ne puis donner ici, à cause du manque de place, les connaissances se rapportant à l'examen spectroscopique. Cela serait même, me semble-t-il, inutile, car les chercheurs qui s'y intéressent peuvent les trouver dans des ouvrages se rapportant à la question.

Il faut seulement que je fasse remarquer au sujet de l'image spectrale vue dans le spectroscope, qu'elle ne montre que le spectre de *l'oxygène*, de *l'hydrogène*, du *sodium* et quelquefois de l'*anhydride carbonique* dans le cas où les évacuations et les introductions ont été effectuées sans fautes. Naturellement, on ne doit pas y voir trace d'azote. Après nous être assuré du degré de pureté de l'oxygène contenu dans le vase à culture, nous mettons l'expérience en train. Nous ouvrons le robinet a_6 et nous le laissons constamment ouvert, puis nous réglons la force du courant électrique de sorte qu'il passe continuellement un courant de 1,5-2 ampères à travers l'appareil. Grâce à cette consommation d'énergie, il se développe assez d'oxygène pour que l'atmosphère de l'appareil puisse être complètement renouvelée toutes les 4-5 heures.

Si, au cours de l'expérience, nous voulons nous convaincre du degré de pureté de l'oxygène, nous procédons de la manière suivante. Tout d'abord, nous fermons le robinet c_1 du tube spectroscopique, ensuite nous mettons la pompe à air en mouvement; puis, si l'évacuation a eu lieu, nous établissons la communication avec l'inducteur Ruhmkorff. Nous remarquons la fin de l'évacuation, c'est-à-dire la raréfaction maxima des gaz, à ce qu'il ne s'élève plus de bulles dans le mercure contenu dans le flacon c_4. Si l'appareil spectroscopique est convenablement disposé, tout est prêt pour l'examen, nous n'avons qu'à regarder dans le spectroscope.

Si nous voulons faire un nouvel examen, nous ouvrons lentement le robinet c_1 et nous laissons de nouveau pénétrer de l'oxygène dans le tube spectroscopique. Après la raréfaction convenable, nous pouvons de nouveau examiner le spectre de l'oxygène de la manière déjà décrite.

A ce moment, nous pouvons laisser fonctionner l'appareil. L'expérience continue sans interruption pendant des semaines ou même des mois. Il faut seulement prendre garde à ne pas laisser le courant s'interrompre. Les dimensions de l'appareil d'électrolyse sont calculées de manière que la moitié des 4-5 litres d'eau puisse être décomposée sans que le cours de l'expérience soit troublé par le manque d'eau. Cette quantité d'eau suffit pour une expérience de 4-5 mois si le courant est de 1,5-2 ampères.

Pendant l'hiver, si la température de la salle d'expérience est assez basse, on peut négliger la réfrigération des vases d'électrolyse et des gaz s'en échappant, ainsi que la condensation de la vapeur d'eau. Pendant l'été, surtout si l'appareil se trouve devant des fenêtres exposées au soleil, il est nécessaire de pourvoir à la réfrigération. Nous y pourvoyons en faisant passer de l'eau froide par les réfrigérants b_8 et b_9 et par le bassin contenant le vase d'électrolyse.

Quoique l'expérience puisse être abandonnée à elle-même et se continue automatiquement, j'en ai quand même contrôlé la marche quatre fois par jour. Grâce à l'examen spectroscopique décrit plus haut, cela pouvait se faire très vite et très exactement.

e) *Réactions des plantes en expérience et démontage de l'appareil.*

Aussitôt que les plantes sont arrivées au degré de développement nécessaire, nous avons réalisé la réaction et nous avons procédé à l'examen de leurs tissus à l'aide du microscope. Mais la réaction doit être produite dans un milieu privé d'azote, afin que les poils décrits par Jamieson ne puissent subir le contact de l'azote de l'air, justement dans l'espace de temps qui est, soi-disant, le plus apte à leur développement; de cette façon, ils ne peuvent s'approprier l'azote de l'air, même à l'aide de leur énorme énergie supposée qui, soi-disant, leur permettrait de fixer l'azote en n'importe quelle courte durée de temps.

Afin d'atteindre ce but, j'ai construit un appareil accessoire représenté sur la figure 1 en E. Les parties en sont les suivantes :

Un flacon e_5 en verre épais de un litre et demi est bouché par un bouchon en verre qui permet d'y introduire le tube en verre e_6. Ce tube porte à son extrémité supérieure le robinet e_7. Un tube en caoutchouc e_8, long de 50-60 cm., et dont les parois sont épaisses de 5 mm., peut être ajouté à ce tube en verre. A l'autre extrémité du tube en caoutchouc on adapte le tube en verre e_9 qui est en relation par des surfaces usées à l'émeri, avec la partie c_8 du flacon c_4. Le tube en caoutchouc sert à faciliter la mise en communication des deux appareils.

A la partie supérieure du flacon e_5 se trouve une allonge en verre e_4 sur laquelle on peut ajuster un tube en caoutchouc long de 60 cm. et dont les parois sont épaisses de 5 mm. On introduit dans l'autre extrémité de ce tube en caoutchouc une des ramifications du robinet e_2 qui a trois branches et qui est perforé en forme de T. A chaque branche de ce robinet en verre, on peut ajuster un tube de caoutchouc semblable à ceux indiqués plus haut. A sa suite, nous plaçons un tube de caoutchouc long de 20 cm., au bout duquel on ajuste le tube en verre e_1 en forme de pipe. A la branche formant un coude, on ajuste aussi un tube en caoutchouc qui peut être relié à la machine pneumatique. Quand les dispositions préparatoires sont terminées il faut remplir le vase E (de 1,5 litre) de réactif et mettre les deux appareils en communication. La communication est très facile à établir, car le tube e_1 s'ajuste par des surfaces usées à l'émeri au tube a_{10}, de même que e_3 s'ajuste à c_8. Il faut encore relier la branche coudée du robinet à trois branches avec la pompe à air. Après quoi, on peut priver d'azote l'atmosphère de l'appareil accessoire E.

Pour procéder à cette privation, il faut d'abord tourner le robinet à trois voies, de sorte que les tubes soient ouverts dans toutes les directions. On peut alors mettre la pompe en mouvement pour vider toutes les parties de l'appareil à partir du robinet a_8, jusqu'au robinet c_1. Ensuite on remplit l'appareil d'oxygène; on ferme le tube qui conduit à la pompe à air en tournant le robinet à trois branches et on ouvre en même temps le robinet c_1 par où on laisse l'oxygène pénétrer dans le vase à réactif. En répétant cette opération plusieurs fois, on réussit à priver l'atmosphère de l'appareil de l'azote et à le remplir d'oxygène pur. D'après mes expériences, il est tout à fait suffisant de répéter cette opération 5-6 fois, pour que l'atmosphère de l'appareil soit complètement purifiée. Après avoir rempli le vase à réactif d'oxygène, nous pouvons faire passer le liquide dans le vase à culture.

Pour faciliter cette besogne, il est bon d'avoir un aide, qui soulève le vase à réactif E à une hauteur d'à peu près 50 cm., de sorte que l'orifice e_4 soit tourné vers la terre. Dans cette position, le liquide contenu dans le vase à réactif peut couler à travers le robinet à trois voies, vers le robinet a_8. Si ensuite nous ouvrons les robinets a_8 et c_1, le liquide passera du vase E dans le vase à culture A, tandis que l'oxygène passera de A en E.

Il faut laisser couler le réactif dans le vase A, jusqu'à ce qu'il couvre complètement les plantes. Après quoi, nous fermons le robinet a_8, et alors nous pouvons nous rendre compte de la justesse de l'opération, à l'aide du tube spectroscopique. Si l'opération a été bien accomplie, le spectroscope ne doit pas montrer le spectre de l'azote.

Nous pouvons laisser le réactif sur les plantes autant de temps que nous voulons. Si le réactif était assez concentré, une ou deux heures suffiraient grandement; après quoi, on peut démonter l'appareil. Il est prudent, lors du démontage, de chauffer avec précaution en a_2 les surfaces usées à l'émeri, avec la flamme d'un bec Bunsen, afin que la graisse à robinet fonde et que la séparation des parties soit facilitée.

Une fois les plantes à l'air, l'examen microscopique est facile à faire.

VIII. — DESCRIPTION DES EXPÉRIENCES.

J'ai étudié à l'aide de l'appareil décrit ci-dessus l'origine de l'azote contenu dans les poils de quelques plantes ligneuses. Dans mes recherches j'ai employé des boutures, prises sur des pousses d'une année, car dans les études de Jamieson, de Zemplén et de Roth, faites sur les arbres, c'est cette méthode expérimentale qui s'est montrée la meilleure. Ces auteurs ont fait leurs recherches au printemps, quand les arbres commençaient à bourgeonner; leurs feuilles et leurs pousses étaient encore toutes tendres, et étaient couvertes en cet état de poils en formation ou déjà développés. Pour que nos études soient comparables le mieux était d'employer des organes au même degré de développement, c'est-à-dire des bourgeons et des pousses étant encore en voie de formation.

Mais pour qu'il existe dans les boutures assez d'aliments de réserve pour qu'elles puissent vivre et progresser plus longuement sans assimilation, j'ai dû me procurer ces boutures nécessaires à l'expérience en hiver, quand la végétation repose. Il est naturel que les pousses vertes ne pourraient croître dans l'oxygène privé d'acide carbonique et elles périraient bien vite, ne pouvant se passer d'hydrates de carbone et des autres aliments nécessaires.

C'est seulement après la tombée des feuilles qu'il est convenable de cueillir les boutures et de commencer l'expérience. A la fin de l'automne ou au commencement de l'hiver, il ne faut pas trop se presser de commencer l'expérience, car ainsi qu'on le sait, après la tombée des feuilles, les arbres se reposent pendant quelques semaines, un mois, ou même plus longtemps, de sorte qu'en cette période ils ne sont pas ou ils sont peu disposés à recommencer leur végétation.

Lorsque nous eûmes cueilli les pousses, en faire des boutures était chose bien simple. Il ne faut se servir que de boutures bien développées, sans aucune lésion et bien portantes. Les espèces d'arbres qui poussent en longueur jusqu'à la tombée des feuilles, ne sont pas convenables pour le bouturage, car ils n'ont pas leurs bourgeons terminaux assez développés et les extrémités de leurs pousses ne sont pas assez bien aoûtées, de sorte que ces pousses ne contiennent pas assez d'aliments de réserve (1). En pareil cas, le mieux est de prendre les boutures au milieu ou aux deux tiers de la pousse. Au contraire, les boutures prises sur les espèces d'arbres qui finissent de pousser en longueur, déjà en été ou au commencement de l'automne, donnent de bons résultats, même si on les prend à l'extrémité des rameaux, car c'est d'ordinaire leurs bourgeons terminaux qui sont le mieux développés.

---

(1) Kövessi F. — Recherches biologiques sur l'aoûtement des sarments de vignes. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris, 1901. *Revue générale de Botanique*, tome XIII, p. 193, 1901.

Les boutures peuvent être d'une longueur de 10 à 15 cm. Dans le cas où le bourgeon supérieur n'est pas un bourgeon terminal, il faut que les pousses soient coupées de manière que le dernier bourgeon soit sain et bien portant, car c'est de celui-ci que nous espérons le plus fort développement. La taille supérieure doit être faite à une distance de 0,5-1 cm. au-dessus du bourgeon. La distance qui sépare la taille inférieure du bourgeon n'a pas d'importance. Afin de gagner de la place, nous pouvons enlever les épines des boutures qui en ont, comme par exemple celles du *Robinia*, du *Ribes*, etc.

On peut placer dans le vase à culture autant de boutures qu'il y a de place. Y placer en même temps plusieurs espèces de boutures donne rarement un bon résultat, car la capacité de développement étant différente, il se peut que les pousses d'une espèce de boutures aient déjà atteint le degré de développement où l'on procède à la réaction, tandis que l'autre espèce commence seulement à bourgeonner. Si, en ce cas, nous accomplissons la réaction dans l'intérêt des plantes déjà développées, nous détruisons avec le réactif toutes les autres plantes contenues dans le vase à culture, de sorte que nous n'avons rien gagné au sujet des plantes qui se sont développées moins vite. Si, au contraire, nous attendons pour produire la réaction jusqu'à ce que les boutures en retard développent aussi leurs pousses, ce sont les plantes en avance qui périssent, n'ayant plus d'aliments de réserve. Il est plus avantageux de faire l'expérience avec une seule espèce de plantes, parce qu'on peut placer plus de boutures dans le vase à culture, ce qui est très recommandable, car il y a beaucoup d'arbres forestiers que l'on peut difficilement propager à l'aide de boutures. Ces boutures développent surtout difficilement leurs pousses dans de l'oxygène pur, de sorte qu'il peut arriver que ce soit seulement une faible proportion des bourgeons qui se développe. Il faut donc, autant que possible, employer beaucoup de boutures pour avoir assez de pousses pour l'examen microscopique.

Quand nous plaçons les boutures dans le vase à culture, nous les couvrons d'eau à une hauteur de 1,5-2 cm.

Après quoi nous disposons l'appareil de la manière décrite ci-dessus, et nous mettons l'expérience en train en commençant par faire évacuer l'azote.

Il faut avoir soin de faire en même temps une expérience de contrôle. C'est-à-dire qu'il faut élever des boutures cueillies sur le même arbre et en même temps, d'une manière tout à fait analogue, mais en leur permettant de subir le contact de l'air. J'ai placé ces boutures dans un bassin de même grandeur que le vase à culture A; je les ai placées en présence de la même quantité d'eau stérilisée et distillée, c'est-à-dire d'une couche épaisse de 1.5-2 cm. Pour empêcher l'évaporation trop rapide et afin que ces boutures soient comme les autres conservées sous verre, je les ai recouvertes d'une cloche en verre de même grandeur, mais de manière à permettre que l'air circulât au-dessous. J'ai aussi employé le même nombre de boutures pour satisfaire à la complète uniformité des expériences. J'ai placé ce bassin à côté du vase à culture A, afin que l'éclairage, la température et les autres circonstances extérieures fussent les mêmes dans les deux expériences.

J'ai déjà décrit le maniement de l'appareil. Ce maniement consiste surtout à contrôler le cours automatique de l'expérience, puisqu'on ne peut pas toucher aux plantes.

Je fais encore remarquer que j'ai observé la marche de l'expérience en moyenne quatre fois par jour pendant toute sa durée. Puisque, à chaque contrôle, j'ai constaté l'absence complète d'azote, je puis en conclure avec toute confiance que l'oxygène était privé d'azote pendant tout le temps de l'expérience et dans toute l'atmosphère intérieure de l'appareil.

D'ailleurs, l'azote ou autres produits gazeux azotés n'auraient pu parvenir dans l'atmosphère du vase à culture que par suite des exhalaisons des plantes ou à l'aide de microorganismes. Cependant ce peu d'azote aurait été sûrement entraîné par le courant d'oxygène relativement fort, qui renouvelait complètement l'atmosphère de l'appareil toutes les 4-5 heures. Ainsi, même au cas où de pareilles exhalaisons d'azote auraient eu lieu, l'exactitude des expériences n'en aurait pas souffert.

Quand les expériences de contrôle eurent toutes été satisfaisantes et que les plantes furent arrivées au degré de développement voulu, nous avons effectué la réaction. J'entends par «degré de développement voulu» que les pousses avaient atteint la longueur de 2-4-6 cm.

Cette longueur varie suivant les espèces. Elle n'est pas égale même chez les plantes de la même expérience. C'est pour cela que l'on ne peut en donner une mesure exacte. L'important est que les pousses soient dans l'état auquel les poils montrent le plus complet développement, car c'est la phase critique.

Si nous prenons soin de choisir cette phase, il y aura sûrement parmi les boutures en expérience des boutures plus jeunes, dont les poils ne seront pas encore tout à fait développés, ce qui permettra de comparer les poils aux différents degrés de leur développement. En combien de jours arrive cet état des plantes? Au bout de 2-6 et même plus de 7 semaines. Cela varie suivant l'espèce, pour une même espèce suivant les individus, suivant la température, l'éclairement et encore suivant d'autres facteurs différents, de sorte que l'on ne peut donner à l'avance des orientations précises.

J'ai fait connaître plus haut les détails techniques nécessaires à l'exécution de la réaction. Il faut de plus que je fasse connaître la composition du réactif que j'ai employé. J'ai pris, ainsi que Jamieson, Zemplén et Roth, l'iode, qui est considéré comme un des meilleurs réactifs de l'albumine, et il est très apte à être employé dans mon appareil. Je regrette beaucoup que ces auteurs n'aient pas fait connaître la formule précise de leur solution, car ainsi je n'ai pu me servir d'un réactif ayant la même concentration que le leur. J'ai donc été obligé de m'en rapporter aux données généralement indiquées dans les ouvrages de chimie.

Tout le monde sait que l'iode ne se dissout que très faiblement dans l'eau pure. Une telle solution étant trop faible ne peut convenir à produire la réaction dans une grande quantité de matière, car une partie de l'albumine contenue dans les plantes fixe l'iode qui se trouve dans la solution, de sorte que le reste de l'albumine ne peut plus être décelé. Ainsi donc, dans le cas où nous introduirions une telle solution dans le vase à culture, nous obtiendrions un résultat attestant l'absence de l'albumine dans les poils.

Il faut donc employer ici un réactif dont la concentration soit assez forte pour permettre à l'iode de déceler la présence de l'albumine, même dans une grande quantité de plantes. Pour obtenir un pareil réactif, on dissout l'iode dans l'alcool, ou bien on ajoute à l'eau pure une matière qui aide à dissoudre l'iode.

L'iode se dissout très facilement dans l'eau contenant de l'iodure de potassium. Le réactif de Strassburger (1) employé dans les réactions microchimiques est une solution d'iode et d'iodure de potassium que l'on prépare en faisant dissoudre 0,2 gr. d'iodure de potassium et 5 gr. d'iode dans 15 cm.³ d'eau.

Cette quantité d'iode est trop grande; c'est pourquoi, en préparant la solution, je n'ai employé que 1,5 gr. d'iodure de potassium et 10 gr. d'iode pour 1.000 gr. d'eau.

Après avoir versé le réactif dans le vase à culture de la manière décrite plus haut on peut enlever les plantes après une demi-heure, une heure ou deux heures et les examiner au microscope. Après avoir mis les plantes en contact avec le réactif on peut les laisser à l'air sans aucune crainte, car même le fondateur de la théorie d'assimilation par les poils et ses adeptes conviendront probablement que les poils sont incapables de fixer l'azote après avoir été tués par le réactif. Pendant l'examen, le mieux est de plonger dans le réactif la préparation à examiner. Le réactif s'éclaircit au bout d'un certain temps, ce qui prouve son affaiblissement. On peut alors ajouter du réactif frais et plus concentré.

Aussitôt que nous avons produit la réaction avec les plantes contenues dans le vase de culture, il faut plonger les plantes servant de contrôle dans la même quantité du même réactif, à la même température, afin que les deux réactions soient complètement analogues.

Il est inutile que je fasse connaître les formes de poils des différentes espèces d'arbres et leur répartition, car on peut trouver tout cela dans les travaux des auteurs déjà nommés (2).

J'ai toujours fait des examens parallèles avec les pousses développées dans l'oxygène, et celles développées à l'air libre. J'ai étendu la comparaison même sur la forme des poils, et sur leur quantité, et surtout en premier lieu sur ce fait que les poils des plantes développées dans l'oxygène montrent ou ne montrent pas la réaction recherchée.

Pour qu'il me soit possible de faire connaître les résultats de mes examens d'une manière précise, j'ai conservé une préparation de chacune de mes expériences faites avec des plantes développées dans l'oxygène et avec des plantes développées à l'air libre. Et pour que l'on ne puisse pas me soupçonner de partialité, je n'ai pas fait moi-même la reproduction en couleurs des préparations, mais j'ai prié M. le professeur János de Zsitvay, artiste peintre, de bien vouloir les peindre ainsi qu'il les voyait, en conservant les nuances avec le plus grand soin. M. le professeur Zsitvay a fait ces peintures sans savoir de quoi il s'agissait, et avec une grande précision. Ce sont deux des nombreuses peintures ainsi exécutées qui sont reproduites dans la planche 1.

---

(1) Voir les différents réactifs et leurs modes d'emploi dans : *Das botanisches Practicum*, 4 Anfl., 1912, p. 113-114 de E. Strassburger; puis, dans *Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie*, I, 1908, p. 182, par Euler.

(2) *Erdészeti Kisérletek*, 1908, X, 1, 2, p. 1-47.

Ces reproductions en couleurs prouvent que *les poils des plantes développées dans un milieu privé d'azote se sont tout aussi bien constitués et ont donné la même réaction que les poils des plantes développées à l'air.*

Les recherches que j'ai faites jusqu'à maintenant se rapportent aux espèces suivantes :

Robinia pseudoacacia.
» *hyspida,*
Ribes grossularia,
Aesculus hypocastanum,
Acer platanoïdes,
» *pseudoplatanus.* (1).

Je ne trouve pas utile de présenter ici chacune de mes expériences, en en donnant tous les détails, faites jour par jour, heure par heure, à l'occasion de chaque contrôle. Cela serait superflu puisque j'ai décrit la marche de l'expérience avec suffisamment de détails. Les autres détails ne sont pas nécessaires, n'étant pas essentiels.

Après ces recherches, je dois en revenir à la même conclusion que celle qui a été indiquée à la fin de mes précédentes expériences :

1° *Les poils des plantes cultivées soit à l'air libre, soit dans des milieux privés d'azote se développent exactement de la même manière; il en est de même des « poils spéacilisés » étudiés par MM.* Jamieson Zemplén et Roth.

---

(1) Les *Acer* se cultivent moins bien dans l'oxygène pur que les *Robinia* et les *Ribes.*

2° *Les poils pris sur des organes de même âge et également développés produisent dans les deux cas avec le réactif cité plus haut des résultats semblables.*

3° *L'expérience démontre donc d'une manière évidente que l'azote des substances albuminoïdes décelées par les réactions ne vient pas de l'azote de l'air* (1).

On a pu s'apercevoir, en lisant les descriptions données, qu'au cours de la construction de l'appareil, qu'au cours de l'exécution des expériences et de leur contrôle, ainsi qu'au cours de la réaction, j'ai toujours essayé d'opérer avec l'exactitude la plus stricte. La pénétration de l'air dans l'intérieur de l'appareil a été rendue absolument impossible grâce aux parties à surfaces usées à l'émeri, appliquées l'une dans l'autre et entourées de mercure. Les très exactes analyses spectrales ont servi à me convaincre de ce qu'il ne s'est pas formé d'azote, ni aucun produit azoté gazeux. Si la réaction faite dans un milieu privé d'azote prouve qu'il y a quand même de l'albumine dans les poils végétaux, si les poils des plantes développées à l'air libre, dans des conditions semblables, et qui sont du même âge et également développés, produisent la même réaction d'albumine que les poils formés dans l'atmosphère de l'appareil, de tous ces faits on peut tirer la conclusion suivante : l'albumine contenue soit dans les cellules des poils simples, soit dans celles des poils en forme de massue, n'est pas le produit d'une fixation d'azote, mais c'est le produit de la marche ordinaire de la division cellulaire, ou bien, c'est le produit de l'alimentation normale, provenant des tissus déjà formés.

Ces faits nous font revenir aux circonstances normales, car lors de la division cellulaire, une partie du protoplasma des cellules en état de division passe toujours de la cellule mère dans la cellule-fille.

Donc, à la suite de la division cellulaire, toutes les cellules contiennent du protoplasma, d'autre part, les cellules ne pouvant vivre sans protoplasma, il est tout naturel que les réactions microchimiques reconnues et constatées par Jamieson, Zemplén et Roth décèlent la présence de l'albumine. Il faut, si nous avons bien fait la réaction, que cela soit ainsi dans toutes les cellules vivantes.

---

(1) *Comptes Rendus*, tome 152, 27 mars 1911.

Or, en ce cas, ces réactions ne peuvent servir de critérium à la démonstration d'aucune espèce d'assimilation d'azote, ainsi que l'aurait voulu Jamieson. Il peut y avoir dans les réactions des différences de nuance ou des degrés d'intensité, et c'est cela qui a induit en erreur Jamieson et ses adeptes. Cependant, ces différences sont produites par plusieurs causes très simples, telles que des différences d'épaisseur des groupes cellulaires, ou bien des différences de structure existant dans le protoplasma ou s'y produisant plus tard. J'ai déjà démontré tout cela au cours de la polémique dans les « Eszrevételek » communiquées avant ce travail. Plus tard le professeur Kny a aussi fait remarquer ces faits.

Il résulte d'une manière évidente de tout ce qui vient d'être dit que l'opinion d'après laquelle « *l'albumine n'existe pas dans le poil à sa formation et n'apparaît que quand ce poil a subi le contact de l'air dont il absorde l'azote pour le transformer en albumine* » est erronée, car les poils développés dans un milieu complètement privé d'azote montrent aussi *la réaction de l'albumine. Cela prouve clairement que l'on ne peut se servir de ces phénomènes pour prouver l'assimilation de l'azote libre ainsi que* Jamieson *et ses adeptes l'auraient voulu.*

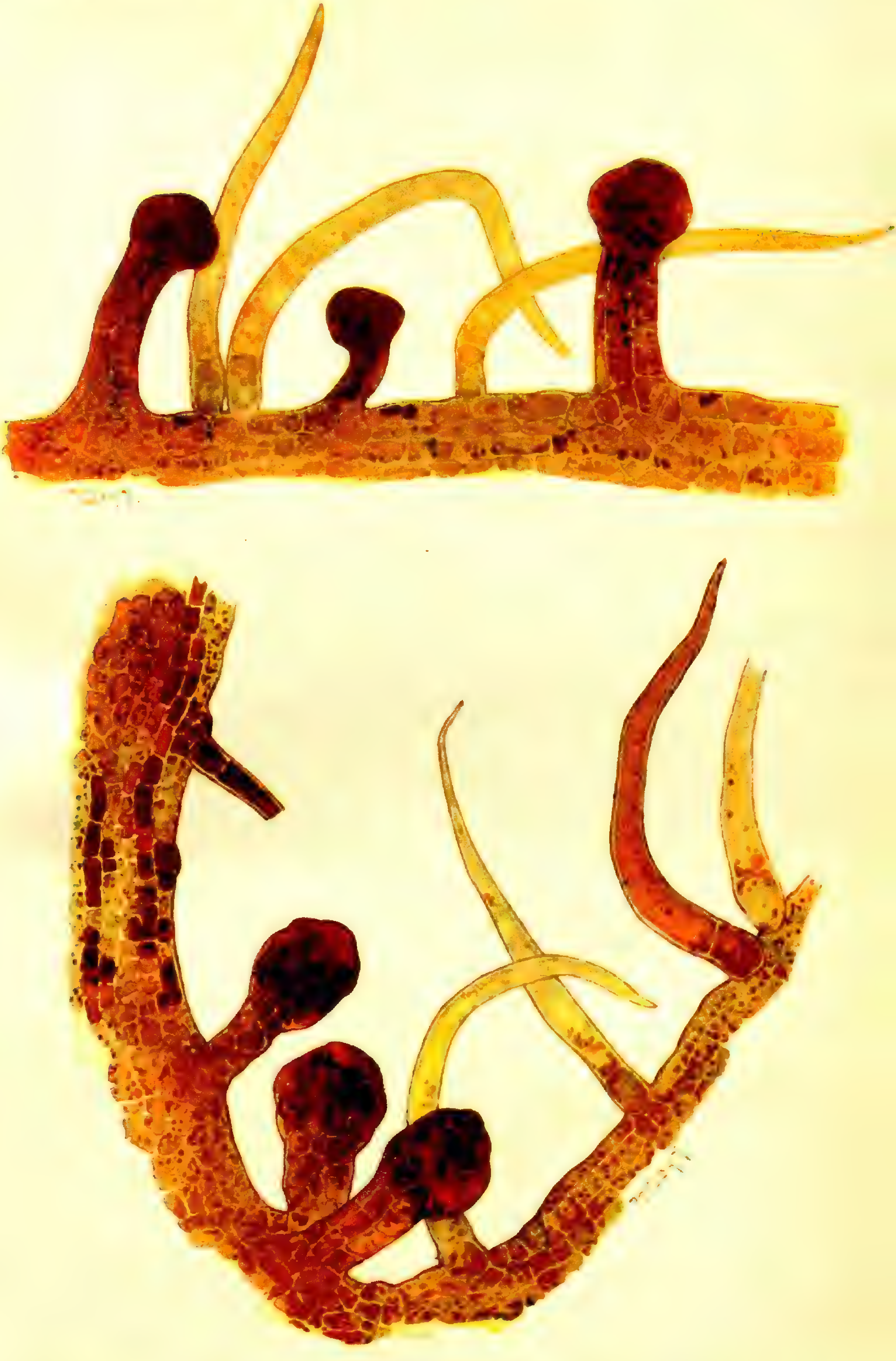
Par conséquent, l'opinion suivant laquelle les poils végétaux auraient la faculté d'assimiler l'azote libre de l'air, établie par les méthodes de recherches de Jamieson, *de* Zemplén *et de* Roth *est tout à fait insoutenable et ne peut être acceptée par la science.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE 1

En haut : Réaction de l'iode sur les poils de jeunes pousses de *Robinia hispida* développées dans l'air ordinaire.

En bas : Réaction de l'iode sur les poils de jeunes pousses de *Robinia hispida* développées dans de l'oxygène pur entièrement privé d'azote.

Lille — Imp. PLATEAU & Cie. Le Gérant : Ch. Pieters.



Localisation des albuminoïdes dans des poils formés d'une part, à l'air libre et d'autre part, dans de l'oxygène pur entièrement privé d'azote.

Gustav FISCHER, Iéna — 1913

Organographie der Pflanzen

INSBESONDERE DER
ARCHEGONIATEN UND SAMENPFLANZEN

von

Dr K. GOEBEL

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

ERSTER TEIL

ALLGEMEINE ORGANOGRAPHIE

PREIS : M. 16

MIKROCHEMIE DER PFLANZE

VON

Dr HANS MOLISCH

O. Ö. PROFESSOR UND DIREKTOR DER PFLANZENPHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS
AN DER K. K. UNIVERSITÄT IN WIEN

PREIS : M. 13

VORLESUNGEN
ÜBER

PFLANZENPHYSIOLOGIE

VON

Dr LUDWIG JOST

O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT STRASSBURG

DRITTE AUFLAGE

PREIS : M. 16

Exkursionsflora von Java

UMFASSEND DIE

BLÜTENPFLANZEN

VON

Dr S. H. KOORDERS

VIERTER BAND :
ATLAS

I. ABTEILUNG : FAMILIE 1-19

PREIS : M. 2,50

E. ORLHAC, Éditeur, 1, Rue Dante, PARIS

Vient de paraître

Henri COUPIN

Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut
Chef des Travaux de Botanique à la Sorbonne

LES ALGUES DU GLOBE

Tome I : *Chrysomonadineæ* (7 planches). — *Dinoflagellatæ* (11 planches). — *Heterocontæ* (4 planches). — *Cryptomonadineæ* (1 planche). — *Euglenaceæ* (3 planches). — *Chlorophyceæ* : Volvocales (19 planches) ; Protococcales (22 planches) ; Ulothricales (15 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Tome II : *Chlorophyceæ* : Ulothricales (suite) (6 planches) ; Siphonocladiales (9 planches) ; Siphonales (9 planches). — *Conjugatæ* : Zygnemaceæ (5 planches) ; Mesostæniaceæ (1 planche) ; Desmidiaceæ (12 planches). — *Phæophyceæ* : Fucaceæ (17 planches) ; Dictyotaceæ (4 planches) ; Tilopteridaceæ et Choristocarpaceæ (2 planches) ; Cutleriaceæ (3 planches) ; Lithodermataceæ (1 planche) ; Ralfiaceæ (1 planche) ; Laminariaceæ (11 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Le Tome III paraîtra en 1914

LES CHAMPIGNONS DU GLOBE

Premier Volume : *Siphomycetes* : Mucorineæ (7 planches) ; Entomophthorineæ (4 planches) ; Chytridineæ (10 planches) ; Ancyclistineæ (1 planche) ; Saprolegniineæ (7 planches) ; Monoblepharidineæ (3 planches) ; Peronosporeæ (9 planches). — *Ascomycetes* : Tuberineæ (6 planches) : Terfeziaceæ (3 planches) ; Myriangaceæ et Trichocomaceæ (1 planche) ; Onygenaceæ (1 planche) ; Pezizineæ (31 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Le Deuxième Volume paraîtra en 1914

ALBUM GÉNÉRAL DES CRYPTOGAMES

(ALGUES, CHAMPIGNONS, LICHENS)

Les 20 premiers fascicules sont en vente au prix de 2 fr. 50 l'un ; ils peuvent être achetés séparément.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Avril 1914

N° 304

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1914

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1914

I. — ETAT ACTUEL DE LA QUESTION DE L'ÉVOLUTION ET DU RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES MITOCHONDRIES D'APRÈS LES TRAVAUX RÉCENTS DE CYTOLOGIE VÉGÉTALE (avec seize figures dans le texte), par **M. A. Guilliermond** 129

II. — ETUDE DE L'*ACREMONIUM POTRONII* VUILL, par **M. Brocq-Rousseu** 150

III. — LES MUSCARDINES, LE GENRE *BEAUVERIA* VUILLEMIN (avec dix-neuf figures dans le texte), (*suite*), par **M. J. Beauverie** 157

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 174
Palladin und Sergius Lvoff. — Ueber die Einwirkung der Atmungsckrogene auf die alkoholische Gräung.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 175

Cette livraison renferme douze figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Vᵉ).

E. LEITZ, WETZLAR

Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg, Londres, New-York, Chicago.

Dépositaires à Paris

MM. E. COGIT & Cie

36, boulevard Saint-Michel, 36

MICROSCOPES

pour travaux Scientifiques et Techniques

MICROTOMES

Appareils microphotographiques et de projection.

—:— Objectifs photographiques —:—

Jumelles à prismes

Catalogues spéciaux.

Envoi sur demande gratis et franco

E. LEITZ WETZLAR

LA PHOTOGRAPHIE

DES COULEURS

AVEC LES PLAQUES

AUTOCHROMES

LUMIÈRE

est plus simple et plus facile

que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux

Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes

PARIS · 46, rue du Bac, 46 · PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

- **Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.**
- **Projections pour l'enseignement,** lanternes de projections, etc.
- **Enseignement technique, Collections et Matériel.**
- **Pièces d'anatomie humaine comparée et botanique** en staff et cire.
- **Mammifères, Oiseaux, Reptiles** et **Poissons,** prix à la pièce.
- **Squelettes montés,** prix à la pièce.
- **Insectes européens** et **exotiques,** prix à la pièce.
- **Coquilles,** prix à la pièce
- **Animaux invertébrés en alcool,** prix à la pièce.
- **Fossiles** et **Minéraux,** prix à la pièce.
- **Cabinets** et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
- **Livres d'histoire naturelle.**
- **Instruments** pour l'étude des sciences naturelles.
- **Microscopes, Microtomes.**
- **Préparations microscopiques,** instruments pour la **Micrographie.**
- **Meubles** pour le rangement des collections.
- **Tableaux d'histoire naturelle,** collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
- **Mobilier et Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
- **Musée scolaire** pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT. E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (V^e)

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de 32 % × 23 %* (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

(Chaque fascicule peut être acheté séparément)

***Prix d'un fascicule* : 2 fr. 90**

(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Etranger : **3 fr. 25**)

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29 fr.** ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30 fr. 50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34 fr.**

Pour recevoir, franco et sans aucuns frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (V^e).*

LES ÉTABLISSEMENTS

POULENC FRÈRES

Section des Produits et Appareils de Laboratoires

122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande.

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS
16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

E. LEITZ WETZLAR

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie

36, boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de E. LEITZ
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux
pour la Micrographie et la Bactériologie
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & Cie, DE LEIPZIG
Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires,
Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel Appareil Microphotographique* **Cogit**

LILLE. — IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. PIETERS.

ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION DE L'ÉVOLUTION ET DU RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES MITOCHONDRIES

d'après les travaux récents de cytologie végétale

Par M. A. GUILLIERMOND

I. — INTRODUCTION

A) **Historique.** — En 1886, à l'aide d'une technique spéciale, Altmann parvenait à mettre en évidence, dans le cytoplasme des cellules animales les plus variées, de petits organites en forme de grains ou de filaments, ressemblant beaucoup à des Bactéries et qu'il désignait sous le nom de *bioblastes* ou *organismes élémentaires.* Ces organites étaient, selon l'auteur, doués d'une vie propre et capables de se multiplier par division. A la suite de cette découverte, Altmann était amené à assimiler ces bioplastes à des organismes élémentaires qui vivraient dans une substance fluide et homogène ou substance fondamentale du cytoplasme. Il attribuait aux bioblastes les fonctions les plus importantes et les plus générales de la vie et en particulier l'élaboration des produits de sécrétion de la cellule. C'est ainsi qu'il constatait la transformation des bioblastes en graisses, en glycogène, en pigments, etc... Malheureusement, l'étrangeté et l'exagération de ses conceptions firent que les résultats des remarquables recherches de cet auteur ne furent pas pris en considération par les cytologistes de son époque et les bioplastes regardés comme de simples artéfacts de préparation restèrent dans l'ombre jusqu'à nos jours.

En vain, Arnold dans des travaux plus récents essaya de ressusciter les bioblastes de Altmann sous le nom de *plasmosomes* et de vérifier la doctrine de cet auteur; ses résultats eurent le même sort.

Cependant, de son côté, Benda, également à l'aide d'une méthode très spéciale, différencia dans certaines cellules animales des éléments en forme de grains ou de filaments qu'il désigna sous le nom de *mitochondries* (μιτος, filament, χονδρον, grain) et qui n'étaient pas sans rappeler les biolbastes de Altmann. En raison de la spécificité des cellules où il les observa d'abord et de leur localisation dans ces cellules (filaments basaux des cellules épithéliales, éléments musculaires, filament spiral des spermatozoïdes), Benda fut conduit à considérer les mitochondries comme des éléments moteurs.

Benda eut le mérite d'imaginer une méthode élective et très sûre pour la différenciation de ses mitochondries et de décrire ces organites avec beaucoup de précision. Aussi, les recherches de cet auteur mirent-elles les mitochondries au premier plan de l'actualité scientifique. Les mitochondries furent l'objet de nouveaux travaux, en particulier de Meves, de Fauré-Fremiet, Regaud, Duesberg, etc., qui démontrèrent leur généralité dans la plupart des cellules animales et eurent pour résultat de les identifier aux bioblastes d'Altmann. A partir de ce moment, les mitochondries furent étudiées dans la plupart des laboratoires et donnèrent lieu à d'innombrables travaux, si bien que cette question devient bien vite l'une des plus importantes parmi toutes celles qui se débattent actuellement en cytologie. Les travaux de Meves, Smirnow, Duesberg et Hoven, Nicolosi-Roncati, Bonnet, Pensa, Lewitsky, les nôtres montrèrent que les mitochondries sont également représentées dans la cellule végétale. Aussi, dut-on admettre que les mitochondries sont un des constituants essentiels de la cellule.

Les mitochondries sont de très petits organites (quelques μ) qui se présentent tantôt à l'état de grains isolés ou *mitochondries proprement dites*, tantôt sous forme de grains alignés en chaînettes comme des streptocoques (*chondriomites*), tantôt enfin sous la forme de filaments plus ou moins longs et flexueux, ressemblant à des Bacilles et qu'on nomme *chondriocontes*. Ces formes sont susceptibles de se passer de l'une à l'autre. On désigne sous le nom de *chondriome* l'ensemble des mitochondries renfermées dans une cellule.

Les mitochondries sont des organites très fragiles qui se fixent très difficilement, ce qui explique qu'elles n'aient pas pu être mises en évidence plus tôt. En effet, elles se dissolvent partiellement et s'altèrent au point de devenir méconnaissables dans les solutions renfermant de l'acide acétique ou de l'alcool, comme les mélanges de fixation ordinairement employés. Il faut donc pour les différencier avoir recours à une technique spéciale, qui a pour but de les fixer en évitant l'acide acétique et l'alcool et de les rendre inaltérables au traitement par l'alcool et le xylol nécessité par les manipulations ultérieures. L'expérience a montré qu'un traitement prolongé dans une solution de bichromate de potasse a pour effet d'insolubiliser les mitochondries et toutes les méthodes employées actuellement pour la différenciation des mitochondries qu'on désigne couramment sous le nom de *méthodes mitochondriales* (1) sont basées sur ce principe.

Malgré le nombre considérable de travaux parus sur les mitochondries, la question de l'origine, de l'évolution et du rôle de ces organites est restée jusqu'à ce jour encore très discutée.

Goldschmidt a attribué aux mitochondries, qu'il assimile aux chromidies de R. Hertwig, une origine nucléaire. Cette origine paraît aujourd'hui a peu près abandonnée et presque tous les auteurs s'accordent à considérer les mitochondries comme des organites exclusivement cytoplasmiques. Mais on discute encore beaucoup la question de savoir si les mitochondries peuvent se former de novo dans le cytoplasme ou sont au contraire des organites permanents de la cellule, comme le noyau, et ne pouvant naître autrement que par division de mitochondries préexistantes.

Le rôle des mitochondries n'est pas moins controversé. La plupart des auteurs s'accordent pour attribuer aux mitochondries un rôle prépondérant dans la vie cellulaire, mais ce rôle est discuté. Le rôle moteur soutenu par Benda a été définitivement abandonné. Certains auteurs frappés par la présence universelle des mitochon-

---

(1) La méthode la plus commode pour la différenciation des mitochondries est celle de Regaud.

1° Fixation dans la solution :

Bichromate de potasse à 3 %.................	80 volumes
Formol commercial	20 volumes

pendant quatre jours;

2° Traitement des pièces dans une solution de bichromate de potasse à 3 % pendant huit jours environ;

3° Lavage à l'eau courante pendant douze heures;

4° Inclusion à la paraffine et coupes très minces (5 μ);

5° Coloration par l'hématoxyline ferrique (méthode de Heidenhain).

dries dans les cellules, par leur propriété de se diviser et se transmettre de cellules en cellules pendant la mitose, ont attribué à ces éléments un rôle dans l'hérédité. D'après eux, les mitochondries seraient dans le cytoplasme ce que les chromosomes sont dans le noyau. Mais, à la suite des remarquables recherches de Regaud, confirmées par un grand nombre d'auteurs, on admet de plus en plus que les mitochondries ont pour fonction de fixer les substances destinées au fonctionnement chimique de la cellule, de les élaborer et de les transformer en produits de sécrétion ou de différenciation de la cellule. Ce serait donc des organites élaborateurs. Effectivement, on a pu observer que la plupart des produits de sécrétion des glandes paraissent se former au sein des mitochondries, que les graisses et les pigments résultent de la transformation des mitochondries, etc. Enfin, Meves et Duesberg ont constaté que les mitochondries sont susceptibles de se transformer en fibrilles musculaires et nerveuses.

Mais, tandis que la majorité des auteurs s'est ralliée à cette idée, d'autres attribuent aux mitochondries exclusivement un rôle dans l'hérédité. Un certain nombre d'auteurs à la suite de Meves et Duesberg admettent que les mitochondries jouent à la fois un rôle dans l'hérédité et dans les sécrétions.

Enfin, quelques autres, tels que Lundgard, soutiennent encore que les mitochondries ne sont pas autre chose que des produits d'altération du cytoplasme provoqués par des fixateurs chromés, et, récemment, Löwschin a prétendu que les mitochondries représentent simplement des figures de myéline, c'est-à-dire des granulations de lipoïdes.

B) **But du travail.** — L'étude des mitochondries des cellules végétales a été très négligée jusqu'à ces trois dernières années. Cependant, les travaux récents entrepris dans cette voie ont été féconds en résultats et ont beaucoup éclairé la question. Les recherches d'ensemble que nous poursuivons depuis trois ans sur les mitochondries des cellules végétales nous ont permis notamment de nous faire une idée assez précise du rôle, de l'origine et de l'évolution des mitochondries. Le moment semble venu de les exposer ici.

II. — LES MITOCHONDRIES ET LES PLASTES DE SCHIMPER

A) **Analogies physiologiques entre les mitochondries des cellules animales et les plastes de W. Schimper.** — La cytologie végétale apporte en effet des faits plus précis que la cytologie animale, qui donnent une orientation définitive à cette question et permettent de résoudre une grande partie de ces obscurités.

Tout d'abord, l'idée d'organites ayant pour fonction d'élaborer les produits de sécrétion de la cellule telle que l'entend Regaud, n'est point une notion nouvelle en Botanique, et il est regrettable que la cytologie animale ne se soit pas plus inspirée des travaux des Botanistes (1). On sait en effet depuis fort longtemps que la chlorophylle est élaborée dans des organites spéciaux du cytoplasme doués d'une activité propre, capables de se diviser, les chloroplastes (2). Dans des recherches remarquables, W. Schimper a démontré, il y a une trentaine d'années, que l'amidon, lorsqu'il ne naît pas dans les chloroplastes et n'est pas créé de toutes pièces dans ces organites grâce à la chlorophylle qu'ils élaborent, mais résulte de la condensation de composés hydrocarbonés solubles préalablement formés dans les chloroplastes, ne se forme jamais directement aux dépens du cytoplasme : il est toujours le produit de l'activité de leucoplastes ou amyloplastes. Enfin, les recherches de W. Schimper, de Arthur Meyer et de Courchet ont montré également que les pigments xanthophylliens ou carotiniens des fleurs, des fruits, etc., sont aussi élaborés dans des plastes spéciaux ou chromoplastes. Or, selon Schimper, les chloroplastes, les amyloplastes et les chromoplastes sont le résultat d'une évolution particulière de petits corpuscules incolores ou leucoplastes. Ces leucoplastes seraient incapables de se créér autrement que par division. Ils se transmettraient par division de la plante-mère à l'œuf et de l'œuf aux cellules embryonnaires, puis pendant la différenciation des tissus se différencieraient selon les tissus en chloroplastes, en amyloplastes ou en chromoplastes.

---

(1) M. Prenant, seul a eu le mérite dans son *Traité d'Histologie*, de rapprocher les bioplastes de Altmann des plastes de Schimper au moment où les mitochondries n'étaient pas encore connues.

(2) Cet article sur un sujet de cytologie générale étant peut être destiné à être lu par des cytologistes étrangers à la Botanique, nous sommes donc obligé de rappeler ces notions très connues de tous les Botanistes.

La théorie de Schimper, vérifiée par A. Meyer, a été adoptée dans ses traits essentiels par tous les Botanistes. Elle est aujourd'hui classique. Cependant l'origine des plastes et la généralité des amyloplastes sont restés discutés jusqu'à aujourd'hui. Schimper, pas plus que A. Meyer, n'ont pu suivre avec précision l'origine des plastes. Ils décrivent dans l'œuf et les cellules embryonnaires des leucoplastes sous forme de petits corpuscules très délicats, visibles sur le vivant, seulement dans les cas les plus favorables, et très difficiles, sinon impossibles à colorer. Cette partie de leur doctrine est donc restée très hypothétique et la plupart des auteurs qui ont repris les recherches de Schimper et A. Meyer, entre autres, Godfrin, Belzung, Eberdt, d'Arbaumont, Schiller ne parvinrent pas à vérifier les résultats de ces auteurs et durent conclure que les plastes résultent d'une différenciation cytoplasmique. Enfin, l'existence des amyloplastes a été discutée et beaucoup d'auteurs n'ayant pu différencier ces plastes dans toutes les plantes ont admis que dans beaucoup de cas l'amidon se forme directement dans le cytoplasme sans le concours d'amyloplastes.

Il est évident *à priori* que, si les mitochondries des cellules animales sont bien des organites élaborateurs, capables de se diviser comme l'admettent la majorité des auteurs, il y a une certaine analogie de fonction et d'évolution entre elles et les plastes de Schimper. Toutefois, les chloro-chromo- et amyloplastes des végétaux sont des corps relativement gros, n'ayant par leurs formes et leurs dimensions rien qui rappelle les mitochondries si ce n'est leur faculté de se diviser et leur fonction élaboratrice.

Les recherches de Pensa (1910-1911), Lewitsky (1911-1912) et surtout les nôtres (1911-1913) ont précisément donné une orientation nouvelle et définitive à la question des mitochondries en établissant un lien certain entre les mitochondries des cellules animales et les plastes des cellules végétales.

Un cytologiste Italien, étranger à la Botanique, A. Pensa eut l'idée d'observer dans les végétaux l'évolution des mitochondries. Il eut la chance de constater par hasard, dans les jeunes carpelles de diverses fleurs, une série de formes de transition entre des éléments en bâtonnets ressemblant tout à fait à des mitochondries et les chloroplastes; aussi, dût-il admettre que les chloroplastes résultent de la différenciation d'éléments comparables aux mitochondries des cellules animales. Il ne se prononça cependant pas définitivement sur l'identification de ces éléments aux mitochondries et même, dans son mémoire définitif (1912), il semble admettre que ces éléments ne peuvent être assimilés aux mitochondries des cellules animales. Peu de temps après, un élève de Strasburger, Lewitsky (1911), sans connaître les résultats antérieurs de Pensa, constatait de son côté les mêmes faits dans la jeune tige de la plantule d'*Asparagus officinalis* et émettait l'opinion que les chloroplastes résultent d'une différenciation des mitochondries. La même année (1911), nous confirmions les résultats de Pensa et Lewitsky dans les jeunes feuilles de la plantule d'Orge et nous démontrions d'une manière très précise et définitive que les chloroplastes proviennent de la différenciation des mitochondries. Ces observations ne tardèrent pas à être vérifiées par de nouvelles observations de Forenbacher (1912), Lewitsky (1912), Maximow (1912) et Rudolph (1912). Nos recherches ultérieures, qui ont été résumées dans une série de notes préliminaires (1912) et exposées en détail dans un mémoire récent (1912), nous ont permis de dissiper toutes les obscurités de cette question, d'étendre nos observations à un très grand nombre de Phanérogames et de démontrer que tous les plastes végétaux (chloro-chromo- et amyloplastes) ont une origine mitochondriale. Il est donc aujourd'hui définitivement acquis que toutes les formations décrites par Schimper sous le nom de plastes dérivent de mitochondries préexistantes.

B) **Formation des plastes aux dépens des mitochondries.** — Examinons comment s'effectue la différenciation des mitochondries en plastes.

a) ***Chloroplastes.*** — La gemmule d'Orge est un objet très instructif pour l'étude des chloroplastes, comme nos observations l'ont montrées. Dans la coupe longitudinale d'une jeune feuille, au bout de quelques jours de germination, en suivant la feuille de sa base, qui est occupée par le méristème, jusqu'à son extrémité supérieure où les tissus sont différenciés, il est facile d'observer toutes les formes de transition entre les mitochondries et les chloroplastes. A la base, les cellules du méristème renferment une chondriome constitué par de nombreux chondriocontes (Fig. 1, A). Dans les régions moyennes, où les tissus commencent à se différencier, on voit, dans les cellules parenchymateuses, ces chondriocontes se grouper autour du noyau, puis former de petits renflements (Fig. 1, B, C et D). Tantôt les chrondriocontes forment deux renflements, l'un à chacune de leurs extrémités, et se tranforment en haltères; tantôt, ils en produisent un seul à l'une de leur extrémité ou en leur milieu. Bientôt, la partie effilée du chondrioconte disparaît et les chondriocontes sont alors transformés en petits granules ronds ou ovoïdes, qui sont de jeunes chloroplastes. Dans les régions supérieures de la feuille où les tissus sont presque complètement différenciés, les chloroplastes grossissent, puis élaborent un petit grain d'amidon (Fig. 1, E et F). Cet amidon ne tarde pas à se résorber et les chloroplastes achèvent leur croissance. Ils prennent la forme de gros granules qui correspondent aux chloroplastes adultes et qui quittent la région nucléaire pour se placer dans la région pariétale de la cellule (Fig. 1, G).

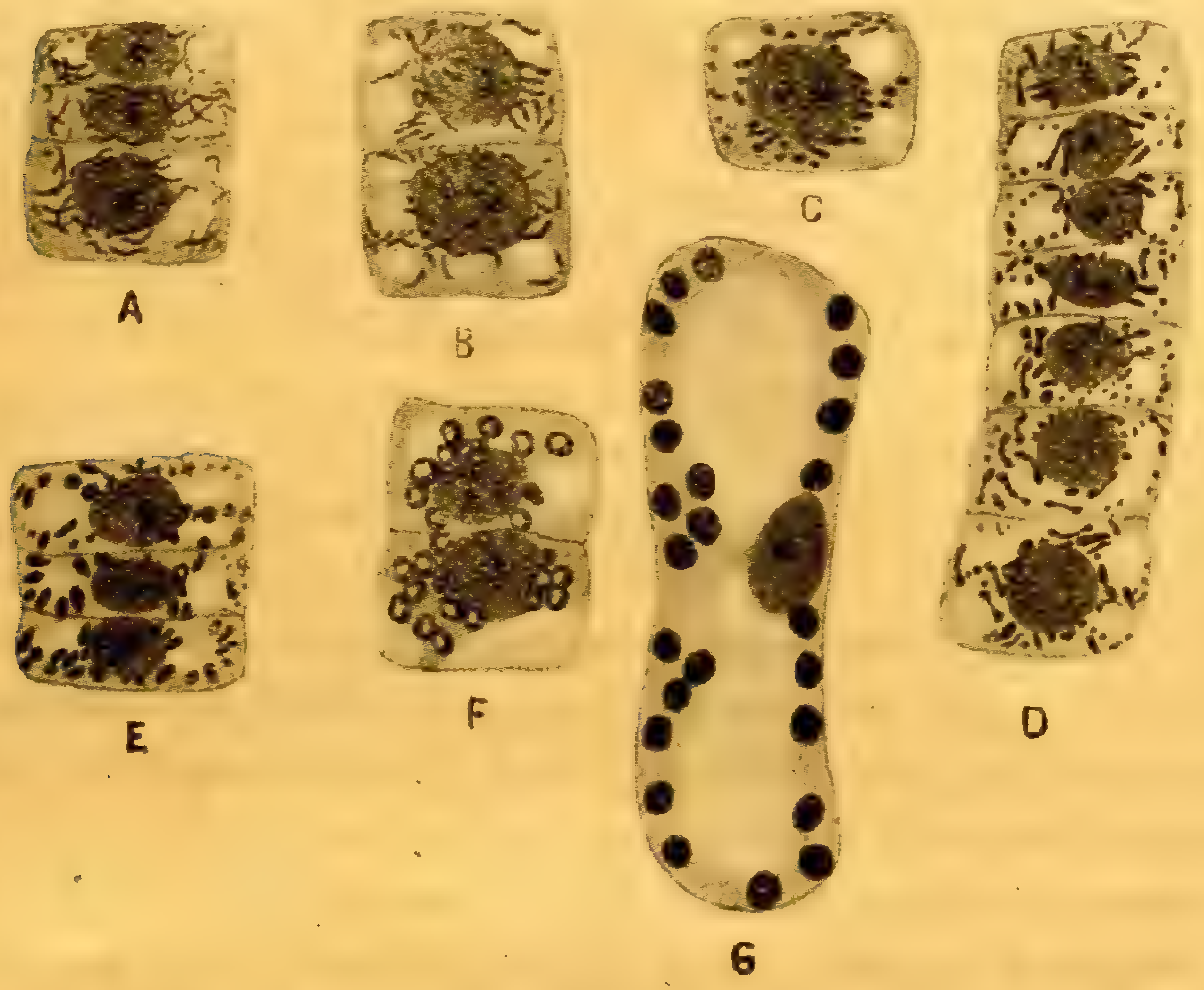


Fig. 1. — *Formation des chloroplastes dans une jeune feuille de la gemmule d'Orge.* — A, B, cellules du méristème avec chondriocontes nombreux; C, D, E, cellules de la région moyenne de la feuille : les chondriocontes sont en voie de transformation en chloroplastes; F, cellule de la région supérieure de la feuille avec jeunes chloroplastes en voie d'élaborer de l'amidon; G, cellule d'une feuille adulte avec chloroplastes définitivement formés (Grossiss. 1100).

Ces phénomènes peuvent être suivis sur le frais et l'on constate que les chondriocontes une fois groupés autour du noyau commencent à élaborer la chlorophylle et à verdir avant de s'être différenciés en chloroplastes.

Les recherches que nous avons faites sur la gemmule d'autres plantules et sur le bourgeon des plantes adultes, et les observations de Pensa, Lewitsky, Forenbacher et Maximow montrent que partout les chloroplastes se forment de la même manière.

b) *Chromoplastes.* — Les chromoplastes résultent également d'une différenciation analogue des mitochondries comme l'ont démontré nos observations. C'est ainsi que dans la racine de Carotte, on observe d'abord dans les cellules très jeunes de nombreux chondriocontes : ceux-ci se renflent à leurs extrémités, prenant la forme d'haltères, et élaborent dans chacun de leurs renflements un grain d'amidon composé, par un processus que nous décrirons plus loin à propos des amyloplastes. Pendant cette élaboration, la partie effilée du chondrioconte se résorbe et les deux renflements correspondant à des plastes et renfermant chacun un grain d'amidon entouré d'une écorce mitochondriale se séparent l'un de l'autre. Bientôt l'amidon se résorbe, pendant que le plaste prend une forme légèrement cristalline provoquée par la formation en son sein d'un cristallite de carotine. Le plaste se résorbe peu à peu et le cristallite, d'aspect variable et définitivement formé, apparaît libre dans le cytoplasme.

Dans la fleur d'*Iris germanica*, les chromoplastes xanthophylliens qui se forment dans les villosités des sépales et dans les veinules de l'onglet des pétales naissent par un processus encore plus simple : les chondriocontes commencent à s'imprégner de xanthophylle, puis se transforment en haltères dont les renflements se séparent, grossissent et deviennent de gros chromoplastes sphériques ou ovoïdes (Fig. 2, 6 et 7). Il n'y a pas ici de formation d'amidon. Nos observations ont montré en outre que la fleur d'*Iris germanica* est un précieux objet pour l'étude des mitochondries à l'état vivant. Nous avons pu en effet, grâce à la transparence des cellules épidermiques et à leur grosseur, observer sur le frais, avec une netteté remarquable, le chondriome et tous les détails de son évolution en chromoplastes, ce qui prouve le peu de fondement de l'opinion de certains auteurs comme Lundgard et A. Meyer qui ont soutenu que

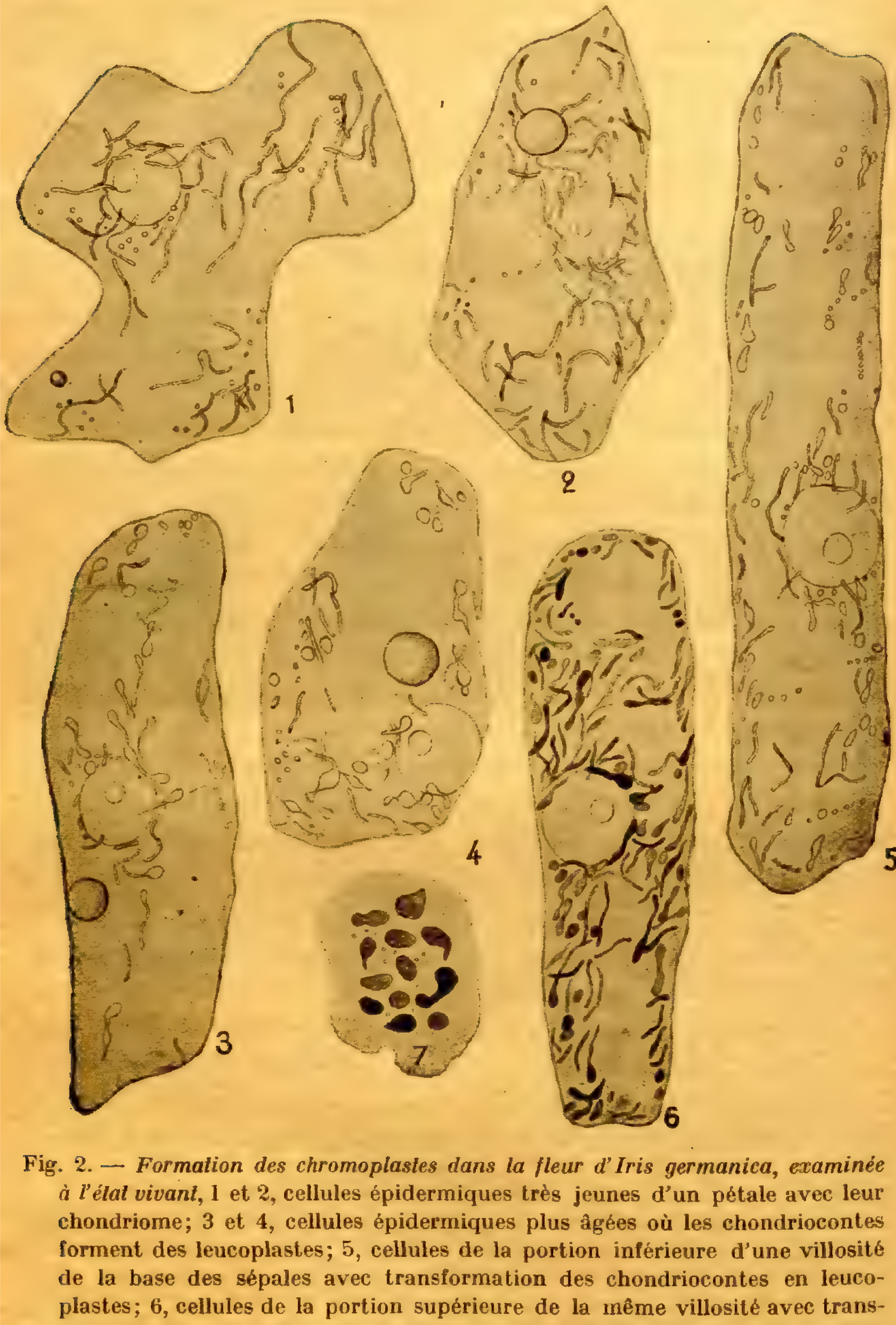


Fig. 2. — *Formation des chromoplastes dans la fleur d'Iris germanica, examinée à l'état vivant*, 1 et 2, cellules épidermiques très jeunes d'un pétale avec leur chondriome; 3 et 4, cellules épidermiques plus âgées où les chondriocontes forment des leucoplastes; 5, cellules de la portion inférieure d'une villosité de la base des sépales avec transformation des chondriocontes en leucoplastes; 6, cellules de la portion supérieure de la même villosité avec transformation des chondriocontes en chromoplastes jaunes (teintés ici en gris); 7, portion du cytoplasme d'une cellule d'une villosité avec chromoplastes parvenus à l'état adulte (Gross. 1000).

les mitochondries n'étaient autre chose que des plastes altérés par les fixateurs chromés.

c) *Amyloplastes.* — Quant aux amyloplastes, nos recherches ont démontré qu'ils naissent d'une manière très variable selon les espèces. Ils peuvent résulter d'une différenciation plus ou moins accusée de mitochondries granuleuses ou de chondriocontes.

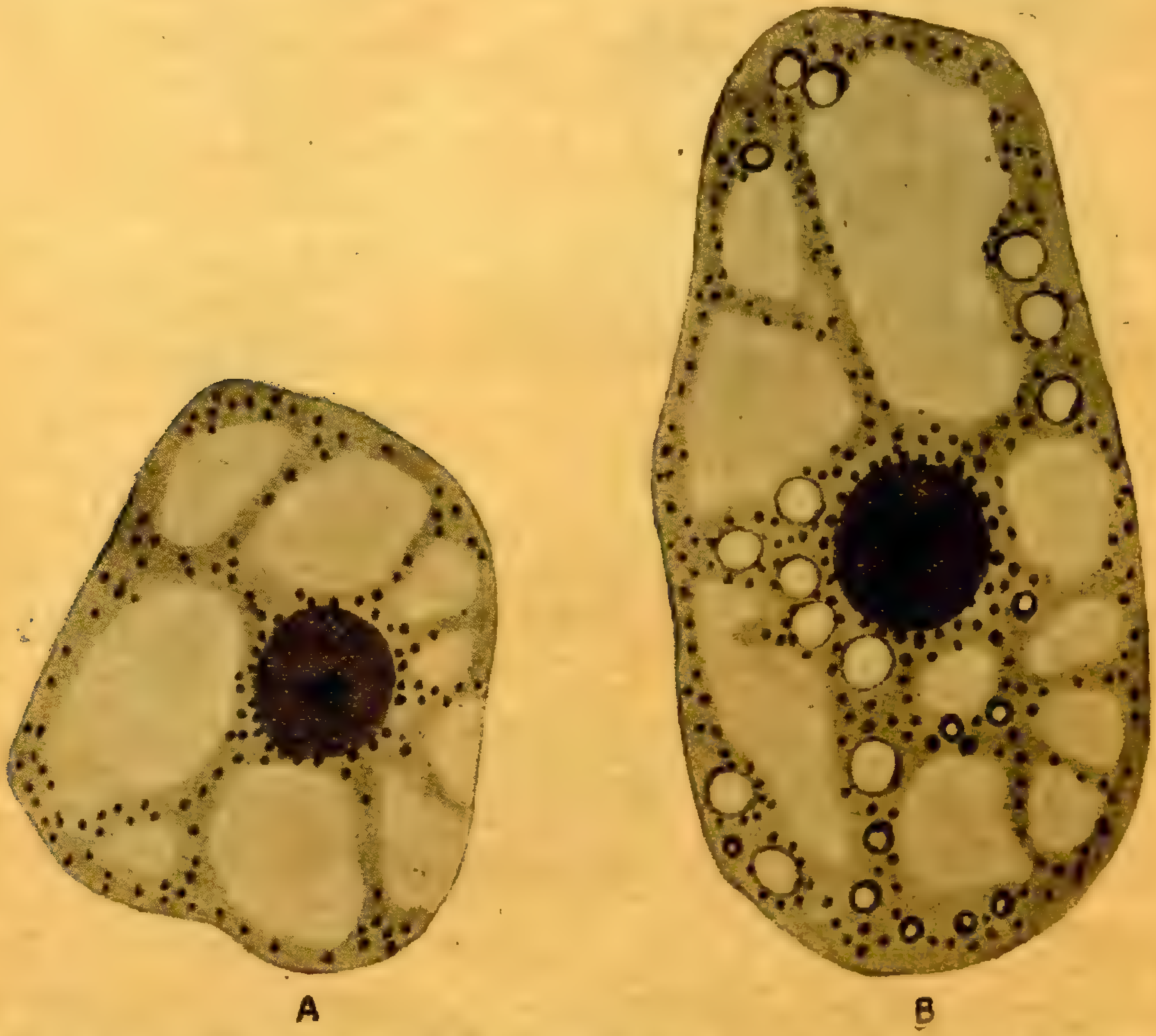


Fig. 3. — *Formation de l'amidon dans un jeune tubercule de pomme de terre.* — A, cellule très jeune n'ayant pas encore commencé à élaborer l'amidon. Le chondriome est constitué par un très grand nombre de mitochondries granuleuses; B, cellules plus âgées avec un certain nombre de mitochondries légèrement grossies (amyloplastes) et d'autres renfermant en leur centre un grain d'amidon. Un certain nombre de grains d'amidon déjà assez gros ne renferment plus qu'une calotte mitochondriale les coiffant sur un de leur côté (Grossiss. 1500).

Dans le tubercule de pomme de terre, par exemple, ils proviennent d'une très légère différenciation de mitochondries granuleuses. Dans les cellules très jeunes, on trouve de nombreuses mitochondries (Fig. 3, A). Un certain nombre de celles-ci subissent une légère augmentation de volume, puis forment en leur centre une petite vésicule : celle-ci est en réalité constituée par un grain d'amidon, facile à colorer par l'iode dans l'amyloplaste teinté préalablement par les méthodes mitochondriales (Fig. 3, B). Ce grain grossit peu à peu, fait saillie au dehors de son écorce mitochondriale et celle-ci se réduit bientôt à une mince calotte, coiffant le grains ur un de ses côtés.

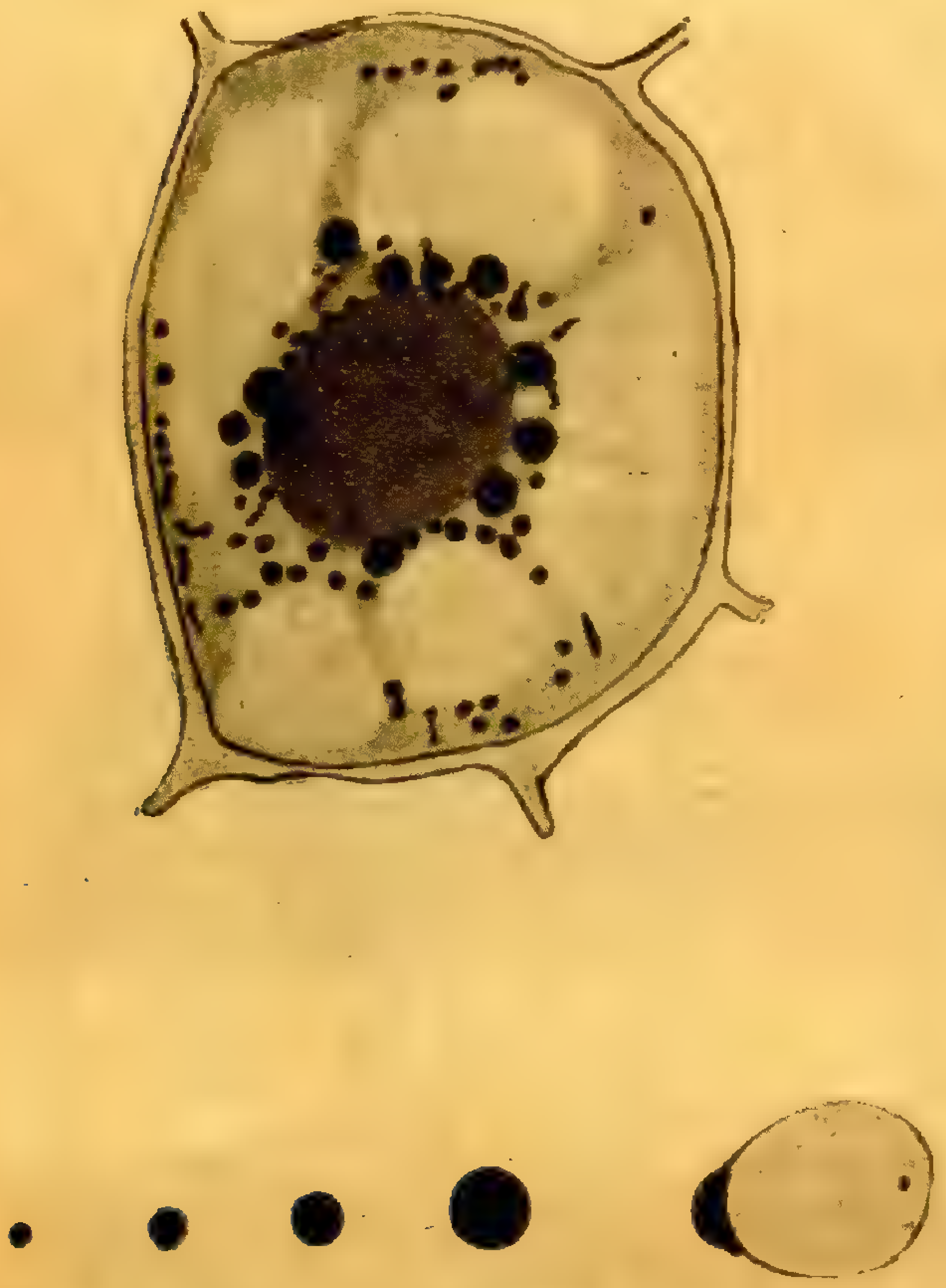


Fig. 4. — *Formation des amyloplastes et de l'amidon dans la racine de Ficaria ranunculoides.* — En haut, cellule dans laquelle les amyloplastes sont en voie de formation aux dépens de grains mitochondriaux résultant de la fragmentation des chondriocontes; en bas, différents stades de formation d'un amyloplaste à partir d'une mitochondrie granuleuse, et de la production d'un grain d'amidon (Grossiss. 1500).

Dans les racines tuberculeuses de *Ficaria ranunculoides*, les amyloplastes résultent aussi de la différenciation de mitochondries granuleuses, mais ici les mitochondries proviennent de la fragmentation de chondriocontes qui se transforment en chondriomites, dont les grains se séparent et s'isolent. En outre, la mitochondrie, au lieu d'élaborer directement ou à peu près l'amidon, subit préalablement un accroissement considérable et se transforme en amyloplaste environ 40 fois plus gros que les mitochondries primitives (Fig. 4). Chacun de ces amyloplastes forme alors dans son intérieur un petit grain d'amidon. Le grain grossit peu à peu et fait saillie au dehors de l'amyloplaste qui se réduit à une mince calotte coiffant le grain d'amidon sur un de ses côtés, puis disparaît quand le grain est arrivé au terme de sa croissance.

Au contraire, dans les racines d'un grand nombre de plantes, les amyloplastes résultent de la différenciation de chondriocontes. Ici encore, tantôt cette différenciation est insignifiante, tantôt elle est très accusée.

La jeune racine d'une plantule de Ricin nous donne un exemple

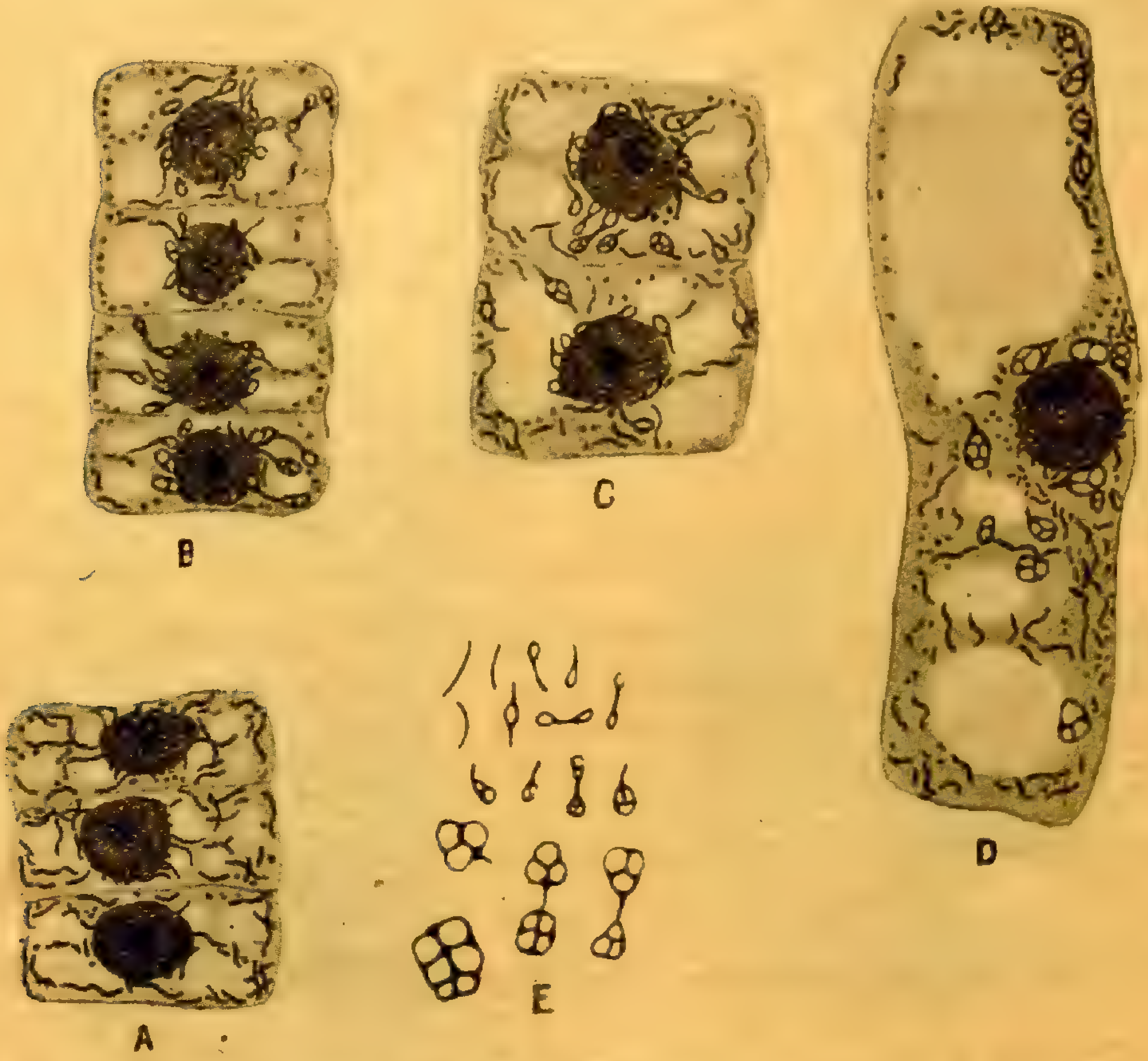


Fig. 5. — ***Formation des grains d'amidon composés au sein de chondriocontes dans la racine de Ricin.*** — A, cellule de la partie de la plus jeune du méristème, avec de nombreux chondriocontes; B et C, cellules de la partie supérieure du méristème : les chondriocontes élaborent sur certains points de leur trajet un ou deux grains d'amidon composés; D, cellule parenchymateuse : les grains d'amidon sont à un stade plus avancé; E, Différents stades de la formation des grains d'amidon composés au sein des chondriocontes. (Grossiss. 1100).

très caractéristique d'un cas où les chondriocontes élaborent presque directement l'amidon sans passer par l'intermédiaire de véritables amyloplastes. Si l'on suit une jeune racine depuis son méristème subterminal jusqu'à son extrémité supérieure, on voit d'abord, dans la région inférieure de ce méristème, des cellules dont le chondriome est constitué par de nombreux chondriocontes (Fig. 5, A). Dans la région supérieure de ce méristème, une grande partie de ces chondriocontes se placent tout autour du noyau, puis forment sur leur trajet de petits renflements. Tantôt ils ne produisent qu'un seul renflement à l'une de leurs extrémités ou dans leur région moyenne et prennent ainsi l'aspect de têtards ou de fuseaux, tantôt ils forment

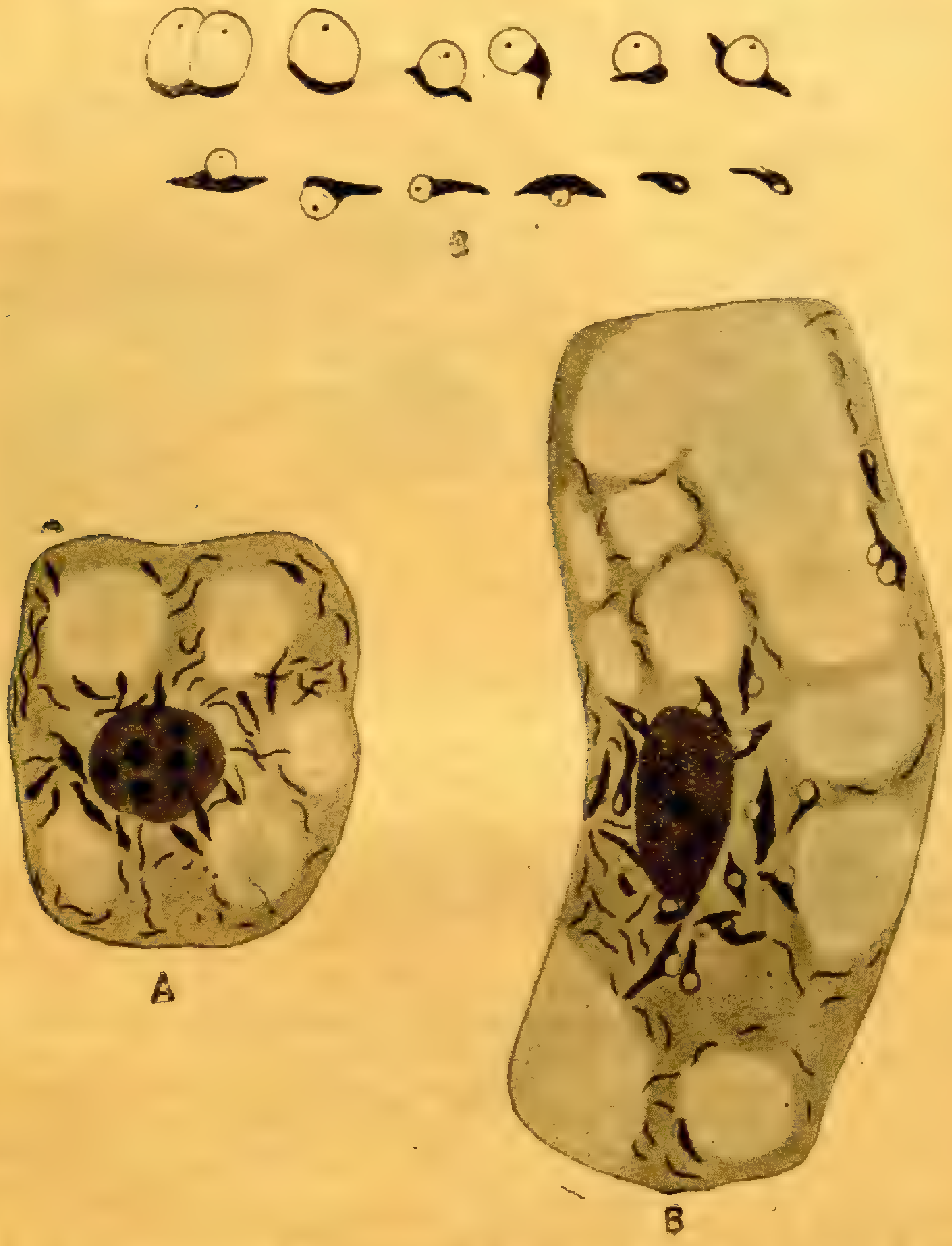


Fig. 6. — *Formation des amyloplastes et de l'amidon dans a racine de Phajus grandifolius.* — A, cellule du méristème dans laquelle un certain nombre des chondriocontes se transforment en amyloplastes; B, cellule parenchymateuse dans laquelle les amyloplastes sont en voie d'élaborer des grains d'amidon; C, différents stades de la formation d'un grain d'amidon au sein d'un amyloplaste. Suivre de droite à gauche en commençant par le bas (Grossiss. 1100).

deux renflements occupant les deux extrémités du chondriconte qui offre la forme d'un haltère. Dans chacun de ces renflements, toujours très petits, apparaît bientôt une petite vésicule qui correspond à un grain d'amidon, puis l'écorce mitochondriale qui l'entoure forme à son tour d'autres petits grains d'amidon de telle sorte que chacun des renflements des chondriocontes devient le point de départ d'un grain d'amidon composé (Fig. 5, B, C et D). Les grains d'amidon composés ainsi formés, grossissent peu à peu, tandis que leur écorce mitochondriale s'amincit progressivement et finit par disparaître. Pendant ce temps, la partie effilée du chondriconte se résorbe également plus ou moins vite selon les cas (Fig. 5, E).

Dans la racine de *Phajus grandifolius* au contraire, les chondriocontes des cellules du méristème subissent toujours, avant d'élaborer l'amidon, une différenciation très accusée. Ils s'épaississent et prennent l'aspect de gros bâtonnets qui produisent à l'une de leurs extrémités ou en leur milieu un renflement dans lequel se forme un petit grain d'amidon. Celui-ci en grossissant fait bientôt saillie au dehors du chondrioconte qui peu à peu se réduit à une mince calotte coiffant le grain sur un de ses côtés, puis disparaît quand ce dernier est mûr (Fig. 6).

Ainsi, tantôt l'amyloplaste est le résultat d'une différenciation plus ou moins accusée de chondriocontes ou de mitochondries granuleuses (Ficaire, *Phajus*), tantôt c'est la mitochondrie elle-même qui joue le rôle de plaste et, sans avoir subi d'accroissement bien appréciable, forme directement ou presque directement en son sein le grain d'amidon (pomme de terre, plantule de Ricin).

C) **Assimilation des plastes de Schimper aux mitochondries.** — Comme on peut le voir, d'après le processus que nous venons de décrire pour la formation des chloro-chromo- et amyloplastes, il est bien difficile d'établir une délimitation précise entre la mitochondrie et le plaste. Où finit la mitochondrie et où commence le plaste, on ne saurait le dire, puisque dans la formation des chloro- et chromoplastes le pigment commence à apparaître dans la mitochondrie avant sa différenciation en plaste et que d'autre part l'amidon peut naître indifféremment dans un plaste dérivé de mitochondrie ou dans la mitochondrie elle-même. La délimitation devient encore plus malaisée si l'on considère que les plastes les plus différenciés conservent à peu près les mêmes caractères histo-chimiques (1) que les mitochondries. Aussi peut-on les considérer, semble-t-il, comme de simples formations mitochondriales. Les résultats obtenus en cytologie animale qui, on le verra plus loin, ont démontré que dans beaucoup de cas les mitochondries forment directement dans leur intérieur une vésicule occupée par le produit élaboré, sans passer par l'état de plastes, et nos recherches les plus récentes sur la formation directe au sein des mitochondries des pigments anthocyaniques et des composés phénoliques dans les Phanérogames et des corpuscules métachromatiques dans les Champignons, nous confirment entièrement dans cette idée. Tout cela nous prouve, en effet, que les mitochondries et les plastes dérivés des mitochondries ont la même fonction et qu'il n'y a aucune raison de séparer ces deux formations (Fig. 7).

Seulement il y a lieu chez les végétaux de distinguer d'une part les amylo- et chromoplastes et de l'autre les chloroplastes. Il semble résulter en effet de nos recherches que les amyloplastes ne sont pas absolument comparables par leur évolution et leur fonctionnement aux chloroplastes. Ils n'apparaissent jamais simultanément dans les cellules des méristèmes, mais successivement au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir ; et leur formation se poursuit dans les cellules adultes, de telle sorte qu'on trouve des cellules possédant déjà de gros grains d'amidon et où beaucoup de mitochondries sont encore en voie de se transformer en plastes. On peut donc suivre même dans une cellule adulte tous les stades de la transformation des mitochondries en amyloplastes et de l'élaboration de l'amidon au moyen de ces derniers. En outre, les amyloplastes, contrairement à ce qui a été soutenu jusqu'ici, ne paraissent pas être doués du pouvoir de se diviser. Jamais sur un très grand nombre d'observations, nous n'avons constaté de stades de division des amyloplastes et il est probable que les figures qui ont été décrites comme des stades de division des amyloplastes correspondent plutôt aux stades de formation des amyloplastes, à des chondriocontes formant à leurs deux extrémités un petit renflement dans lequel se déposera l'amidon. Remarquons d'ailleurs que la division des amyloplastes n'a été que très rarement observée par les auteurs qui nous ont précédé dans cette étude. Les amyloplastes paraissent donc être des états transitoires de l'évolution des mitochondries, qui précèdent immédiatement l'élaboration de l'amidon; on peut les considérer comme de simples mitochondries grossies. Tantôt la mitochondrie donne donc directement le produit élaboré, tantôt elle ne le donne qu'après s'être préalablement accrue d'une manière plus ou moins accusée.

---

(1) Les chloroplastes et les amyloplastes se colorent électivement et de la même manière que les mitochondries par toutes les méthodes mitochondriales. Mais ils s'en distinguent par le fait qu'ils sont plus résistants que les mitochondries vis-à-vis de l'acide acétique et de l'alcool. En général, les amyloplastes sont très altérés par l'alcool et l'acide acétique, mais ils sont cependant un peu moins vulnérables que les mitochondries. Au contraire, les chloroplastes sont très résistants vis-à-vis de l'alcool et de l'acide acétique; toutefois, les méthodes qui les fixent le mieux sont toujours les méthodes mitochondriales. Ainsi, les plastes se distinguent donc toujours par certains caractères histo-chimiques des mitochondries; les modifications qu'ils acquièrent semblent en relation avec le produit qu'ils sont destinés à élaborer. Mais étant donné que l'étude des mitochondries dans les cellules animales montre que leurs caractères histo-chimiques est sujet à d'assez sensibles variations selon les cellules, qu'il y a, comme le dit Regaud, des *espèces mitochondriales*, il ne nous semble pas qu'il y ait lieu d'attacher une trop grande importance à ces modifications chimiques et de les considérer comme un caractère suffisant pour établir une limite tranchée entre les mitochondries et les plastes.

Dans la cellule animale, on constate d'ailleurs les mêmes phénomènes : ici encore le produit peut être élaboré soit dans la mitochondrie elle-même, soit dans un corpuscule sensiblement plus gros que la mitochondrie et auquel Prenant a donné le nom de plaste par analogie avec les plastes végétaux.

Il semble que les chromoplastes soient des formations morphologiquement analogues aux amyloplastes.

Au contraire, les chloroplastes nous paraissent être des formations assez différentes des autres plastes et des mitochondries ordinaires. Il est depuis longtemps démontré que les chloroplastes une fois différenciés dans une cellule sont susceptibles de se multiplier par division. Le fait est indéniable et il est facile de suivre sur le vivant tous les stades de la division des chloroplastes. D'autre part, on sait par nos observations que lorsque, dans une cellule de méristème, les chloroplastes se différencient, cette différenciation s'effectue simultanément sur tous les chondriocontes et presque tous les éléments du chondriome se transforment en même temps en chloroplastes, si bien qu'après cette différenciation, lorsque la cellule du méristème est transformée en cellule chlorophyllienne, il ne subsiste plus dans cette cellule que peu de mitochondries ayant

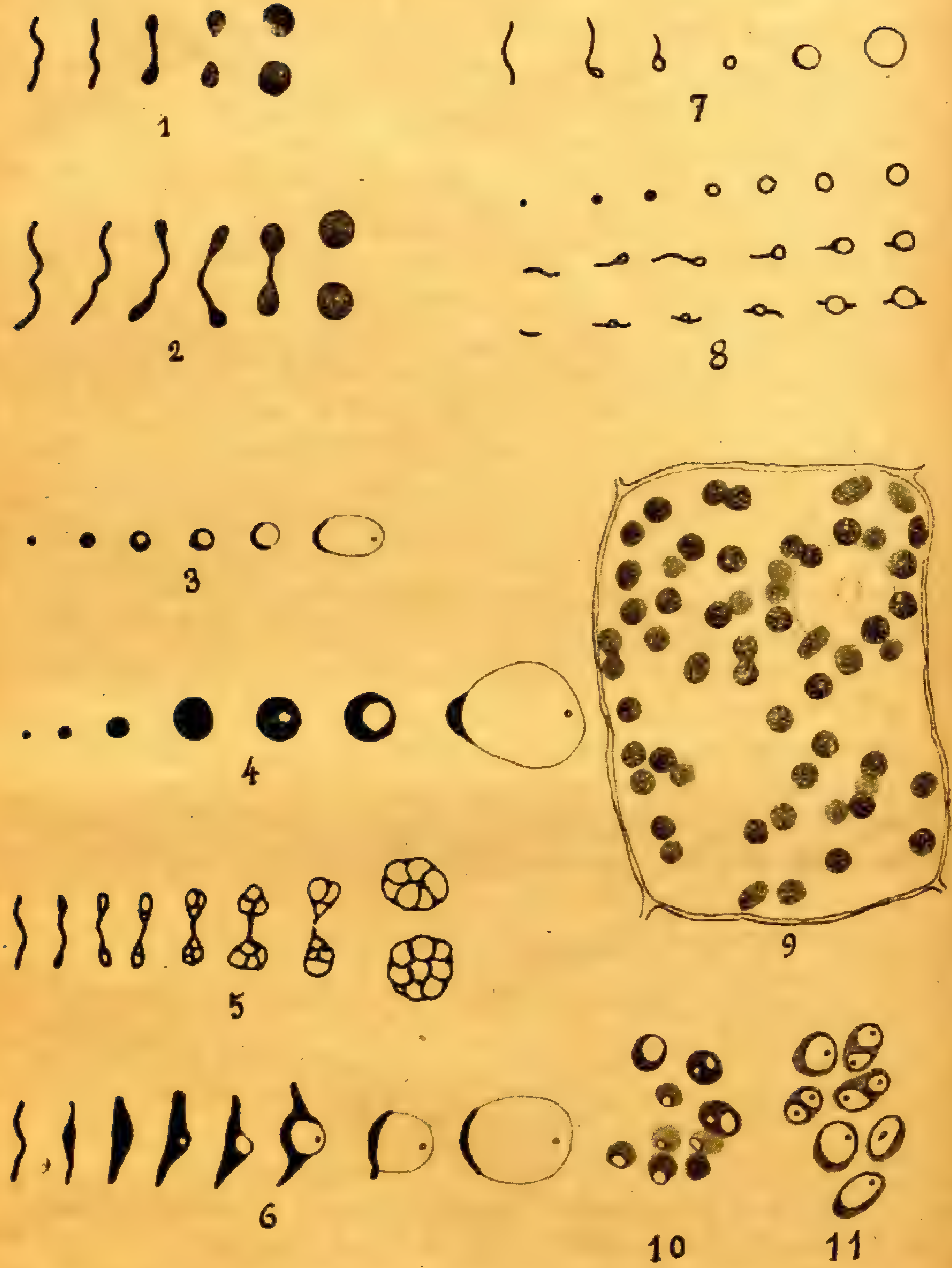


Fig. 7. — *Schéma montrant les relations étroites qui unissent les mitochondries aux plastes de W. Schimper.*

Schéma 1. — Stades successifs de la formation de deux chloroplastes aux dépens d'un chondrioconte. La chlorophylle qui imprègne le chondrioconte ayant sa transformation est représentée ici en gris.

Schéma 2. — Stades successifs de la formation de deux chromoplastes xanthophylliens aux dépens d'un chondrioconte. La xanthophylle est représentée par la teinte grise.

Schéma 3. — Stades successifs de l'élaboration d'un grain d'amidon dans l'intérieur d'une mitochondrie granuleuse dans le tubercule de pomme de terre.

Schéma 4. — Stades successifs de l'élaboration d'un grain d'amidon dans un amyloplaste résultant de la différenciation d'une mitochondrie granuleuse dans la racine de *Ficaria ranunculoides.*

Schéma 5. — Stades successifs de l'élaboration de deux grains d'amidon composés dans un chondrioconte (suivant le mode qu'on observe dans les racines de Haricot, Ricin, etc...).

Schéma 6. — Stades successifs de l'élaboration d'un grain d'amidon dans un amyloplaste résultant de la différenciation d'un chondrioconte dans la racine de *Phajus grandifolius.*

Schéma 7. — Stades successifs de l'élaboration d'un corpuscule métachromatique dans un chondrioconte dans *Pustularia vesiculosa.*

Schéma 8. — Stades successifs de l'élaboration d'un globule graisseux dans une cellule adipeuse (d'après Dubreuil).

Fig. 9. — Cellule parenchymateuse d'une feuille d'*Elodea canadensis,* à l'état vivant montrant les chloroplastes, dont quelques-uns sont en voie de division.

Fig. 10 et 11. — Chloroplastes en voie d'élaborer de l'amidon, dessinés dans une cellule vivante d'*Elodea* (Grossiss. environ 1500).

échappé à la transformation (1). Les chloroplastes se distinguent nettement des amyloplastes en ce qu'ils ne représentent par un état transitoire de l'évolution des mitochondries. Ils marquent, au contraire, le début d'une évolution secondaire des mitochondries, ils représentent donc un stade initial à partir duquel ils continueront leur existence en se multipliant et en étant doués d'une fonction spéciale. Il semble donc que les chloroplastes soient des formations spéciales aux végétaux qui ne peuvent pas être absolument assimilés aux autres plastes. Etant donné qu'ils sont doués comme les mitochondries de la propriété de se diviser qu'ils ont un rôle élaborateur tout comme les mitochondries, enfin qu'ils ne diffèrent guère des mitochondries que par leurs dimensions, il nous semble qu'on puisse les considérer comme des mitochondries beaucoup plus évoluées que les mitochondries ordinaires et différenciés en vue de la fonction spéciale et très complexe qu'est la fonction chlorophyllienne. Ce serait en quelque sorte des mitochondries à un état d'évolution supérieur, résultant d'une différenciation secondaire des mitochondries ordinaires, et dont l'existence chez les végétaux s'expliquerait par la fonction chlorophyllienne qui leur est propre. Les chloroplastes ont d'ailleurs une fonction infiniment plus complexe que les mitochondries ordinaires puisque ce sont des appareils de synthèse qui créent l'amidon de toutes pièces à partir du carbone atmosphérique, ce qui explique la complexité de leur structure.

---

(1) De récentes observations que nous avons faites, il résulte que dans les cellules chlrorophylliennes, il subsiste toujours un plus ou moins grand nombre de mitochondries. Dans les tissus chlorophylliens par excellence, tels que le mésenchyme d'une feuille et spécialement le parenchyme en palissade, dont les cellules sont remplies de chloroplastes, les mitochondries sont souvent rares et il est parfois difficile de déceler leur présence tellement elles sont peu nombreuses. Au contraire, dans les tissus chlorophylliens de la tige, où les chloroplastes sont en bien moindre quantité, les mitochondries apparaissent le plus souvent en grand nombre.

De ces diverses considérations on peut donc conclure que les mitochondries sont des plastes : tantôt elles produisent directement en leur sein une vésicule qui correspond au produit élaboré, tantôt elles se transforment préalablement en corpuscules beaucoup plus gros qu'on appelle plus communément plastes (1) et c'est à l'intérieur de ce plaste qui n'est qu'une mitochondrie grossie qu'apparaît la vésicule occupée par le produit. Il semblerait d'ailleurs, d'après certaines observations que nous avons faites, qu'il y ait une relation entre la dimension du produit élaboré et la présence ou l'absence du plaste (2). Quand le produit serait destiné à devenir très gros, la mitochondrie se transformerait d'abord en plaste, tandis que dans le cas contraire elle donnerait directement le produit. Enfin dans les végétaux, les mitochondries peuvent se différencier en éléments plus gros, ayant une fonction élaboratrice plus complexe, les chloroplastes, qui sont en somme des mitochondries d'ordre supérieur.

---

(1) Cette expression de plastes empruntée à Schimper a été appliquée par Prenant pour désigner dans la cellule animale des formations dérivées des mitochondries et qui par leur rôle élaborateur semblent analogues aux plastes végétaux.

(2) C'est ainsi notamment que dans la racine de *Phajus grandifolius*, les amyloplastes sont très différenciés dans les cellules parenchymateuses de l'écorce où les grains d'amidon prennent un volume considérable, tandis qu'ils sont à peine différenciés et presqu'à l'état de chondriocontes typiques dans les cellules libériennes, où les grains d'amidon restent toujours très petits.

Ces faits, qui sont à l'abri de toute critique, puisqu'ils ont pu être observés dans plusieurs cas dans des tissus frais, démontrent donc d'une manière indiscutable que les mitochondries ont la fonction élaboratrice que leur attribuent certains auteurs en cytologie animale, puisque les plastes végétaux dont le fonctionnement est depuis longtemps connu sont des mitochondries.

(A suivre).

ÉTUDE

DE

L'*ACREMONIUM POTRONII* VUILL.

Par M. BROCQ-ROUSSEU

En 1911, MM. Potron et Noisette découvrirent une nouvelle mycose dont il donnèrent la description (1). Il s'agissait d'un vigneron de la Meuse qui, en outre d'accidents généraux, portait dix-sept gommes sous-cutanées et avait eu un épanchement considérable dans le genou droit.

Du pus de ces gommes, et du liquide articulaire, les auteurs purent isoler un champignon qui fut soumis à l'examen du professeur Vuillemin. Celui-ci identifia le parasite, reconnut qu'il s'agissait d'un *Acremonium*, et le dénomma : *Acremonium Potronii* (2). Il en donna la description suivante que nous ne pouvons mieux faire que de reproduire :

> « Le mycélium émet des cordons dressés, hérissés, dans toute leur étendue, de conidiophores formant un angle droit avec les filaments végétatifs sans être influencés dans leur direction par la pesanteur. Les conidiophores se dressent également à la surface du duvet étendu sur le substratum horizontal ou incliné.
>
> « Les conidiophores sont presque toujours simples. Dès leur insertion, ils sont plus larges que le filament qui les porte; ils se dilatent bientôt de manière à prendre la forme d'un fuseau dans leur moitié inférieure qui rappelle ainsi le ventre d'une phialide étirée, auquel fait suite un col progressivement atténué. Le ventre ne dépasse guère 1 μ 75 au point le plus dilaté; le col atteint à peine 1 μ de diamètre à la base et 0 μ 5 au sommet. Le sporophore mesure en tout 15 à 20 μ de long; ses deux parties sont sensiblement égales.
>
> « La conidie mesure à maturité 4-5 μ sur 2-2-, 2 μ; elle est ovale,

---

(1) Potron et Noisette : Un cas de mycose (*Revue médicale de l'Est*, 1er mars 1911, t. XLIII, n° V, p. 133.

(2) Vuillemin : Les Conidiosporées (*Bull. Soc. Sc. de Nancy*, 2 juin 1910).

lisse, très brièvement stipitée, rose. Aussitôt mûre, elle tombe; mais elle n'a pas épuisé son support qui en produit bientôt une seconde, puis d'autres encore. De bonne heure on constate que les conidies dispersées sont bien plus nombreuses que les sporophores. Le col, d'abord arrondi au sommet, se montre brusquement tronqué après la chute de chaque conidie.

« Parfois le conidiophore s'allonge un peu; la base du tube se sépare du sommet par une cloison au-dessous de laquelle naît un rameau se transformant en sporophore latéral, recourbé à la base et ascendant par rapport à la direction de la pesanteur.

« Tels sont les caractères habituels de la fructification qui permettent de ranger cette espèce dans le genre *Acremonium* Link. Elle ressemble morphologiquement à l'*A. alternum* Link. Sa tendance à former des cordons chargés de conidiophores fait songer aux *Acremonium* fasciculés rapportés au genre *Isaria*, tels que l'*I. brachiata* (Bastch) Schum. Quand la végétation est troublée par des conditions insolites d'alimentation et de température, par exemple un sérum à froid, on rencontre des formes anormales qui pourraient égarer la diagnose. Nous signalerons entre autres des filaments d'abord dilatés comme un sporophore, se ramifiant au sommet et reprenant l'aspect de filaments végétatifs. Ces branches émettent, sans ordre apparent, des rameaux caducs dont les insertions forment des denticules, comme on en voit chez divers Sporotrichées après la chute des conidies. Ces formes maladives ne sauraient donner le change ».

Nous n'avons que très peu de choses à ajouter à cette diagnose que les figures publiées rendent très claire; nous ne ferons qu'étudier les caractères particuliers des cultures.

Il nous est cependant impossible de ne pas nous arrêter un instant, sur un groupement particulier des spores qui a été décrit par Gougerot.

Dans un article du *Paris médical* (1), cet auteur dessine (p. 103) des spores fusiformes et leurs divers modes de groupements à l'extrémité des filaments où elles sont nées.

Nous pouvons nous convaincre que de ces dessins, un seul représente la spore vraie; c'est celui où la spore est isolée à l'extrémité du filament. Tous les autres groupements sont des groupements accidentels ; on les trouve sans doute dans les préparations, mais les spores ne naissent jamais groupées à l'extrémité des filaments; il s'agit là d'un phénomène d'adhérence, d'agglutination, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui n'a rien à voir avec le mode de formation des spores.

---

(1) Gougerot : Une nouvelle mycose : l'Acremoniose. *Paris médical*, 30 décembre 1911, p. 101.

L'étude des cultures de ce champignon a été faite sur un certain nombre de milieux; certaines réactions humorales ont été essayées; l'étude biologique n'a pas été faite, non plus que l'étude expérimentale. Je vais essayer dans cette note de préciser certains points de la biologie de ce champignon.

CARACTÈRES DES CULTURES

Carotte. — Au bout de trois ou quatre jours, apparaissent de fines colonies rayonnées, en houppe, de 3 à 4 millimètres de diamètre, et de couleur blanche. Ces colonies s'étendent, se réunissent et forment à la surface de larges houppes rayonnées qui donnent à la culture l'aspect morphologique de certains Coralliaires; la teinte blanche du début tourne au blanc rosé.

Si on examine ces cultures à un faible grossissement, on aperçoit les filaments serrés les uns contre les autres, formant des paquets allongés, et ne se séparant qu'à leur extrémité. Ces filaments très adhérents au milieu des cultures sont d'une consistance très ferme; ils portent des ramifications terminées par une spore.

En dehors des spores, on trouve de nombreux articles divisés de longueur différente, généralement 10-15 μ, qui paraissent représenter une forme de dissémination.

Pomme de terre. — Quarante-huit heures après l'ensemencement, apparition d'une culture blanche, qui s'étend et paraît à la surface, finement granuleuse; l'aspect étoilé de la culture sur carotte est ici moins manifeste. Au bout d'une semaine, la teinte blanche du début tourne au blanc légèrement rosé.

Bouillon peptone. — Le champignon pousse bien dans ce milieu en formant de petites houppes dans le liquide et à sa surface; ces masses filamenteuses sont blanchâtres et ne troublent pas le bouillon. A l'inverse de ce qui se passe sur les milieux solides, les filaments ne sont pas tassés et agglomérés parallèlement les uns contre les autres, formant une sorte de stroma; ils sont au contraire très longs, très nombreux et enchevêtrés les uns dans les autres dans tous les sens; ils ne sont pas cloisonnés, parfois ils portent des ramifications à angle droit et leur protoplasma est souvent granuleux.

Certains filaments portent des ramificatons latérales à angle droit, qui tombent dans la préparation et ont l'aspect d'un gros bacille. Il s'agit là d'une forme particulière de dissémination du champignon, et ces articles courts, ne ressemblant pas à des spores ont la valeur de boutures.

La présence de ces articles bacillaires n'a pas été prise en considération et nous insistons sur ce point, car ils pourraient prêter à confusion et laisser croire que la culture du champignon est impure, alors qu'il n'en est rien.

Bouillon acide. — Lorsqu'on augmente l'acidité du bouillon, l'*Acremonium* pousse mal, et dans un bouillon très faiblement acide, la culture se trouve retardée. Contrairement à ce qui se passe généralement pour les champignons, il semble pousser mieux dans les bouillons alcalins que dans les bouillons acides.

Bouillon avec nitrate; *Eau peptonée à* 3 %; *Eau peptonée avec nitrate.* — Ces milieux préparés en vue de la recherche des nitrites, ne donnent aucune culture caractéristique; il se forme des flocons blancs dans le liquide, et un voile blanc à la surface.

Gélose. — Au deuxième jour, apparition d'une strie grisâtre ayant l'aspect d'une colonie microbienne; au quatrième jour cette strie devient blanchâtre; le champignon forme à la surface du milieu un gazon assez ras qui reste de teinte blanc grisâtre.

Gélosé glucosée. — Au bout de trois ou quatre jours, apparition de petites houppes blanches de 2 à 4 millimètres de diamètre, saillantes à la surface. Ces houppes deviennent confluentes et vers le sixième jour, apparaît une teinte rose générale. Les houppes augmentent de dimension, et les filaments très saillants à la surface, ont un peu l'aspect d'un lichen chevelu, ressortant sur le fond rose général de la culture. Les filaments sont très adhérents à la gélose. Le milieu paraît être très favorable au développement du champignon; il est meilleur que la gélose ordinaire.

Albumine. — Sur blanc d'œuf cuit, il se forme à la surface une pellicule blanche, puis le milieu se liquéfie et devient transparent, en même temps qu'il prend une belle couleur jaune.

Lait. — Culture blanche, coagulation au bout de quelques jours, puis liquéfaction. Le fond du liquide prend une teinte jaune assez accentuée.

Solution de glucose à 2 %. — Développement très abondant, houppes fines très nombreuses, ne troublant pas le liquide ; nombreux filaments enchevêtrés avec des spores en quantité considérable. Le milieu paraît très favorable au développement de l'*Acremonium.*

Solution de succinate d'ammoniaque. — Culture très abondante dès le deuxième jour, houppes nombreuses, blanches, nageant dans le liquide, nombreuses spores ; milieu favorable.

CARACTÈRES BIOLOGIQUES

Le champignon pousse à la température ordinaire au laboratoire. Son optimum de croissance paraît être atteint vers 22-25°. Il ne pousse pas en anaérobie.

Recherche de l'Indol. — Dans une culture en eau peptone à 3 %, j'ai recherché s'il y avait formation d'indol par la méthode courante au nitrite de potasse et acide sulfurique. La recherche a été négative.

Recherche des nitrites. — Dans des solutions de peptone nitrate et bouillon peptone nitrate, j'ai cherché s'il y avait transformation des nitrates en nitrites. La recherche a été négative.

Recherche des peptones. — Les cultures sur albumine ont permis de constater que le champignon secrète une trypsine qui a été mise en évidence par les caractères classiques.

Recherche de la présure et de la caséase. — Les cultures dans le lait ont mis en évidence la sécrétion d'une diastase coagulante et d'une caséase digérant le coagulum.

Pathogénie. — Toutes les inoculations que j'ai faites au cobaye et au lapin sont restées sans effet, par quelque voie qu'elles aient été pratiquées. De ces diverses tentatives infructueuses, je n'ai certes pas le droit de conclure que le champignon n'est pas pathogène pour l'homme, mais je suis autorisé à dire que ce champignon n'est pas toujours pathogène au sens général du mot. Il y aurait beaucoup à dire sur cette expression de champignon pathogène, qui est employée couramment, et il y aurait surtout à s'entendre sur les conditions dans lesquelles un champignon doit être classé comme vraiment pathogène. Ce sera sans doute l'objet d'une discussion dans quelque congrès ultérieur, mais en l'absence d'un critérium certain, les auteurs admettent comme pathogènes des espèces qui en réalité ne le sont peut être pas. En particulier, la seule présence d'un champignon dans une lésion, ne peut nous autoriser à conclure que le champignon est bien pathogène. Il est peut-être là en simple saprophyte, ou peut-être n'est-il capable d'exercer une action qu'à la faveur d'une association microbienne.

Sans insister sur ce point, qui peut prêter à de longues discussions, je pense qu'il serait utile que les auteurs ne qualifient de champignons pathogènes, que ceux dont la pathogénie serait vraiment telle au point de vue expérimental, qu'elle ne puisse souffrir aucune discussion.

J'estime que pour déclarer un champignon pathogène, on devrait exiger de lui le caractères suivants :

1° Inoculation positive à un animal d'expérience;

2° Lésions bien caractérisées;

3° Retrouver le champignon dans les lésions et en obtenir de nouvelles cultures en le prenant dans les lésions.

Résistance à l'iodure de potassium. — Le malade soigné par MM. Potron et Noisette, avait été soigné à l'iodure de potassium, et sa guérison par ce médicament a été l'un des arguments servant à prouver que ce champignon est bien pathogène (1).

L'expérience clinique nous a appris en effet, que les mycoses actuellement connues, cèdent au traitement par l'iodure de potassium. Ce dogme de thérapeutique a attiré mon attention sur les doses d'iodure que serait capable de supporter ce champignon dans les cultures.

Dans une note faite en collaboration avec Gain (2), nous constations que l'*Acremonium* avait pu être mis en culture dans des solutions contenant 4 p. 1000 d'iodure de potassium. Ces expériences datent de 1912. Depuis plus d'un an, j'ai continué à habituer ce champignon à pousser dans des bouillons additionnés d'iodure, et je suis arrivé à une dose que je considère comme la dose limite que je n'ai pu dépasser. Dans un bouillon à 10 % d'iodure, l'*Acremonium* pousse très bien; dans une solution à 20 % il se développe encore et à 30 %, son développement est extrêmement faible. Cette dose très élevée supportée en culture, nous permet de croire qu'il y aurait peut-être intérêt dans la pratique médicale à surprendre les champignons justiciables de ce traitement, par des doses massives d'iodure, car il est très probable que ce qui se passe pour l'*Acremonium* est exact aussi pour d'autres champignons. Il s'établit dans l'organisme une accoutumance qui serait à déterminer pour les divers champignons pathogènes connus.

---

(1) Gougerot : *loc. cit.*, p. 107.

(2) Ed. Gain et Brocq-Rousseu : Résistance à l'iodure de potassium de l'*Acremonium Potronii.* (*C. R. S. Biologie*, 1912, t. LXXIV, p. 46).

Dans les solutions à 10 % où il vit très bien, l'*Acremonium* utilise-t-il l'iodure de potassium? C'est là un point de biologie que j'essaie de résoudre en ce moment, et sur lequel je ne puis donner encore aucune précision.

LES MUSCARDINES

LE GENRE *BEAUVERIA* VUILLEMIN

Par M. J. BEAUVERIE

(*Suite*)

d) Résumé des caractères du *Beauveria effusa* Vuillemin (= *Botrytis effusa* Beauverie). — Mycelium *floconneux*, pouvant s'élever à plusieurs millimètres (2 à 5) au-dessus du substratum, blanc, prenant bientôt une teinte rose chair appréciable sur les cultures, ramifié à angle très ouvert, souvent à angle droit (fig. 11 et 12); les ramifications naissent en verticilles disposés le long des filaments axiles, ces premiers verticilles peuvent donner naissance à des verticilles de second ordre, rarement d'un ordre plus élevé. Les conidies sont globuleuses dans les cultures adultes et bien nourries (fig. 12 *a*) parfois ovoïdes au début de la végétation, sur certains milieux (fig. 11 et 12). Dimensions : 2 à 4 μ de diamètre. La production des spores se fait au sommet des stérigmates suivant le mode défini, en cyme unipare ou sympode (fig. 4-8), constituant une ligne en zig-zag dont chaque pointe porte une conidie. Les ramifications fertiles, lorsqu'elles sont assez abondantes, forment des bouquets de verticilles régulièrement répartis le long des filaments (fig. 11).

Les cultures colorent la pomme de terre en rouge (1).

Caractère négatif : N'a pas donné de clavules ni aucune forme agrégée (2).

---

(1) Ce caractère subsistait aprés 11 mois de culture, mais nous devons dire que nos cultures reprises après plus de deux ans ne donnaient plus de coloration sensible du substratum ; le caractère de végétation floconneuse du mycélium s'atténue aussi après ce long laps de temps, mais ce fait est dû à l'affaissement résultant de la dessication, le réensemencement redonne la végétation floconneuse caractéristique.

(2) Pourrait être infirmé par une observation positive, ajoutons que l'on peut observer parfois des mamelons surplombant la culture.

Affinités : *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin; *Beauveria densa* (Link) Picard (= *Isaria densa* (Link) Fries et *Botrytis tenella* (Saccardo).

Tout récemment, MM. Picard et Arnaud (Picard [**31**]) ont retrouvé le *Beauveria effusa*.

Voici ce que M. Picard écrit à ce sujet [**31**] : Ayant entrepris des expériences d'infection de la teigne de la pomme de terre au moyen des trois espèces : *Beauveria globulifera*, *B. Bassiana* et *Spicaria farinosa*, l'infection se produisit à l'aide de ces champignons, mais en outre, « une seule fois je constatai dans une boîte d'élevage une épidémie naturelle de muscardine ne provenant certainement pas d'une erreur de manipulation, ni d'une contagion fortuite de ma part; en effet, l'espèce qui la produisit était différente de celles avec lesquelles j'expérimentais et n'avait pas été jusqu'alors en ma possession. Cette espèce me parut présenter tous les caractères du champignon occasionnant la muscardine rose du ver à soie, et récemment décrite par Beauverie sous le nom de *Botrytis effusa*, puis placée ensuite par Vuillemin dans son genre *Beauveria*. Ce fut aussi l'avis de M. Arnaud qui examina quelques-uns de mes échantillons et fit des cultures. Les chenilles malades au début se recouvrent de place en place de tâches noirâtres, correspondant probablement aux points où s'est faite la pénétration des spores et la première prolifération des filaments mycéliens internes; leur sang présente une teinte rouge caractéristique. L'appareil végétatif est floconneux et non farineux comme celui de *B. Bassiana*, les spores sont globuleuses et les cultures colorent en rouge la pomme de terre, autant de particularités servant à distinguer *Beauveria effusa* ».

e) ETUDE COMPARATIVE AVEC QUELQUES ESPÈCES VOISINES.— Le peu de précision que l'on rencontre dans les descriptions des anciens auteurs, et qui s'explique par l'infériorité des instruments et moyens d'étude dont ils disposaient pour l'observation de champignons aussi ténus et aussi difficiles à étudier que ceux dont il est question ici, rend extrêmement délicate et décevante l'étude bibliographique de ces espèces. Le doute subsiste toujours à savoir si l'espèce examinée a été décrite ou non par les auteurs et telle description qui paraît conforme à ce que l'on a rencontré soi-même présente bien souvent trop de lacunes pour autoriser l'affirmation.

Nous sommes obligé de faire un examen critique des diagnoses données, se rapportant aux espèces qui semblent se rapprocher le plus de celle que nous étudions, pour établir qu'elle ne leur est pas identique. Nous examinerons à ce point de vue, en même temps qu'à celui de leurs rapports avec le genre *Beauveria* : le *Botrytis Bassiana* = *Beauveria Bassiana* Vuillemin; le *Botrytis densa* Ditm. (*Beauveria densa* Picard = *Isaria densa* (Link) Fries = *Botrytis Bassiana* var. *tenella* Saccardo = *Botrytis tenella* Prillieux et Delacroix; l'*Isaria farinosa* = *Spicaria farinosa* Vuillemin.

VI. — BEAUVERIA DENSA Picard

Les deux premières espèces sont très voisines et Saccardo considère même la seconde comme une simple variété de la première. Les auteurs récents distinguent *tenella* de *Bassiana* par ce fait que les conidies sont ovoïdes chez le premier, rondes chez le second. Cependant ce caractère est difficile à apprécier et Balsamo (1835) attribuait au *Bassiana* des spores ovoïdes; nous avons vu nous-même que dans certaines cultures jeunes les spores de cette espèce peuvent être ovoïdes (fig. 2). En outre, Roumeguère (cité par Giard [**20**], p. 35) dit : « les conidies du *Botrytis densa*, ovoïdes à l'état jeune, ont une tendance à s'arrondir à complète maturité ». Tout cela n'est pas précis, toutefois, nous pensons qu'il faut s'en tenir aux témoignages concordants de Delacroix ([**9**], p. 179) qui dit : *Botrytis tenella*, spores ovales, 2,5 — 3 × 1,5 — 2 μ et de Giard qui parle constamment de la forme ovoïde de ces conidies et les dessine avec ce caractère très accentué ([**20**] fig 6 et 7). La figure 7 s'applique à une « culture bien nourrie ». (Voir aussi fig. 14 du présent mémoire).

Giard critique d'ailleurs l'assertion des anciens auteurs qui attribuent à l'*Isaria densa* (= *Botrytis tenella*) des spores globuleuses : « lorsqu'on a à apprécier les caractères indiqués par les anciens naturalistes, il ne faut pas les contrôler avec les moyens d'investigation dont nous disposons aujourd'hui, mais bien les juger en nous plaçant dans les conditions où se trouvaient nos prédécesseurs.

» Or, avec les microscopes imparfaits du commencement du siècle et avec la précision relative qu'on mettait à cette époque, et qui suffisait alors, dans les mensurations micrographiques, il n'est pas étonnant qu'on ait considéré comme sphériques des corps dont les diamètres extrêmes diffèrent à peine d'un millième de millimètre ».

Le *Beauveria effusa* diffère nettement du *Botrytis tenella* par ce fait que les spores sont toujours globuleuses dans les cultures adultes. Par contre, le *Beauveria Bassiana* a des spores globuleuses et de même dimensions ou à peu près; la ramification des conidiophores est identique (comparer les fig. 1 et 11). Faut-il dès lors les identifier ? Non, car, sans doute, avons-nous dit, les deux champignons donnent des cultures dont les caractères macroscopiques sont nettement différents et susceptibles d'être distingués par les personnes les moins familières avec ce genre d'observation. En outre, des savants particulièrement autorisés, comme M. Boudier et M. Sauvageau, ont reconnu cette différence dont ils témoignent par les lettres qu'ils ont bien voulu nous écrire, cela alors même qu'ils n'ont pu avoir sous leurs yeux que des cultures fort altérées dans leur aspect par les accidents du voyage. Les photographies reproduites (fig. 9 et 10) permettront d'apprécier ces différences que nous décrivons ailleurs dans ce mémoire.

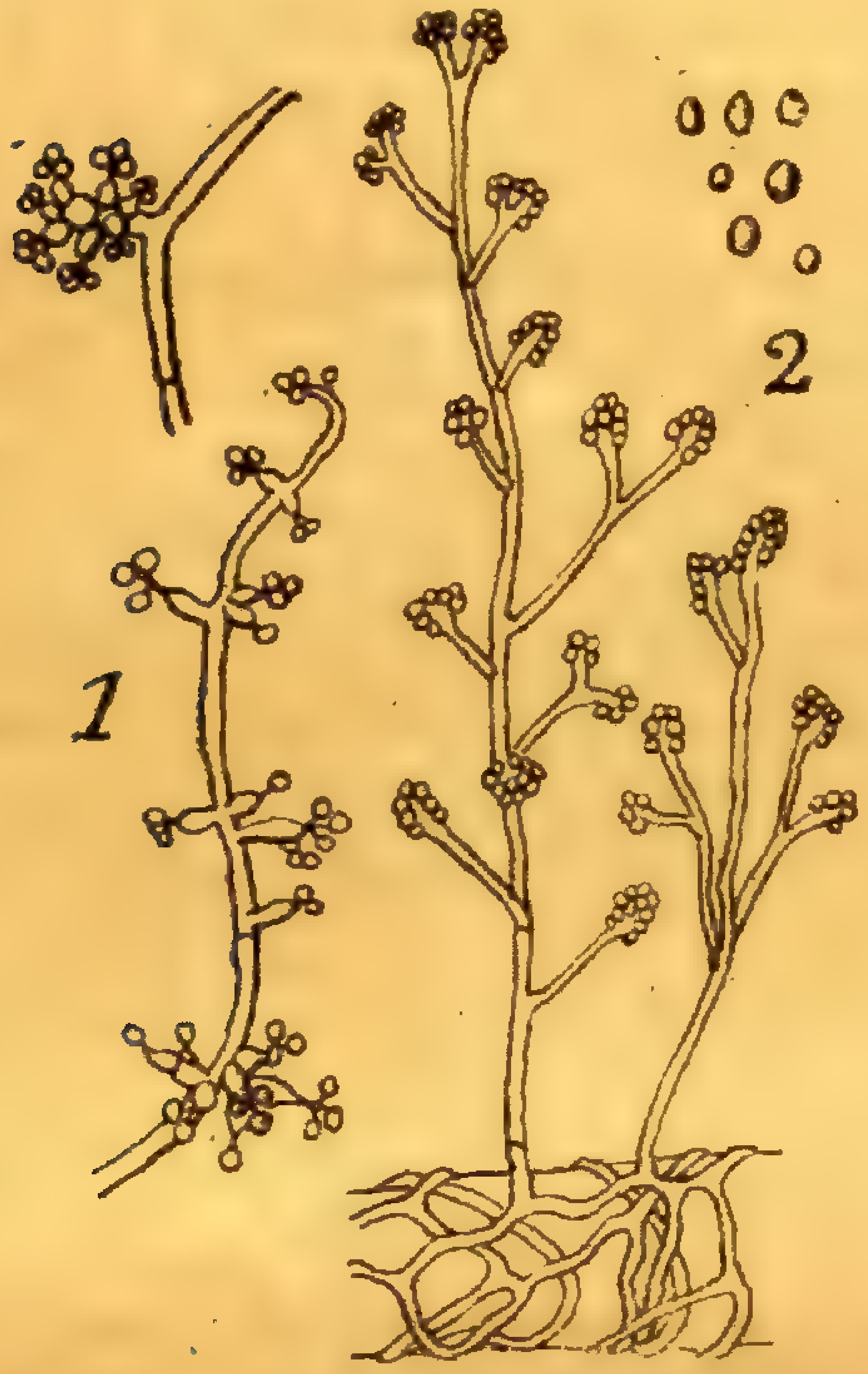


Fig. 15. — 1. *Botrytis Bassiana* Bals. Appareil conidien, figure de de Bary. 2. *Botrytis tenella* Saccardo, d'après une figure de Saccardo. Figures données à titre de comparaison.

Il existe encore entre ces champignons des différences de couleur dont nous parlons autre part. Quant à la coloration rouge imprimée au milieu, nous avons dit ailleurs ce qu'il faut en penser et l'intérêt de ce fait comme caractère secondaire; le *Beauveria effusa* se rapproche à ce point de vue du *Botrytis tenella*.

En ce qui concerne la réunion de cette espèce au genre *Beauveria*, réunion effectuée par M. Picard, nous dirons que nous la croyons parfaitement jutifiée. Giard [**20**], qui a beaucoup étudié cette espèce, décrit un mode de formation des conidies (v. p. 95 de ce mémoire) qui est évidemment la formation sympodique que nous avons relatée pour le *Beauveria Bassiana*, pris par M. Vuillemin comme type du genre (1).

VII. — BEAUVERIA GLOBULIFERA (*Spegazzini*) PICARD

(= *Sporotrichum globuliferum* Spegazzini).

Cette espèce vit sur les insectes comme les précédentes et présente tous les caractères génériques des *Beauveria* que nous avons étudiés ici. Nous avons déjà mentionné que M. Picard n'hésite pas à la faire rentrer dans ce genre et que Burrill en avait déjà signalé la disposition en zig-zag des spores.

Le mycelium en est floconneux, comme dans le cas de *Beauveria effusa*, mais il colore la pomme de terre non en rouge, comme celui-ci, mais en jaune verdâtre. M. Picard a pu observer comparativement les deux espèces.

VIII. — SPICARIA FARINOSA VUILLEMIN

(= *Isaria farinosa* FRIES).

Les spores sont globuleuses comme celles de *Beauveria effusa* et de dimensions voisines (2 μ *in* Saccardo, [**37**]). Cette dernière espèce diffère d'abord parce qu'elle ne donne pas de clavules, toutefois ce caractère serait insuffisant à différencier les deux espèces, car, avons-nous dit déjà, la fasciation des filaments est un caractère physiologique auquel on a accordé à tort une grande importance dans la classification des Hyphomycètes. D'ailleurs, de ce qu'un champignon n'a pas donné de formes agrégées dans les conditions où on l'a cultivé, il serait imprudent de conclure qu'il n'en peut jamais produire; dans ce cas, seul le fait positif de la présence peut avoir une valeur. Nous avons rapporté plus haut que le *Beauveria Bassiana* lui-même nous a donné des formes corémiées que les auteurs n'ont pas eu l'occasion de constater; devons-nous pour cela le débaptiser pour en faire un *Isaria?* Nous nous en garderons car le nouveau nom ne vaudrait pas mieux que le premier et nous concluons avec M. Vuillemin, qu'il y a lieu de réviser et de démembrer l'ancien groupe des *Isaria.*

---

(1) Voir aussi page 96 du présent mémoire ce que M. Vuillemin dit de cette espèce.

L'*Isaria farinosa* présente une différence plus sérieuse, elle se trouve dans le mode de ramification des conidiophores. Nous reproduisons (fig. 16) un dessin très net de de Bary (1867-69, [2]) à ce sujet. On verra, par ces figures, qu'il n'y a aucune confusion possible : les spores naissent ici en chapelet à l'extrémité des conidiophores, tandis que dans la Muscardine rouge elles sont isolées sur les dents d'un axe en zig-zag terminant les conidiophores. L'*Isaria farinosa* doit donc, aux termes de la classification de M. Vuillemin, rentrer dans la famille des Verticilliacées et dans le genre *Spicaria* sous le nom de *Spicaria farinosa* Vuillemin.

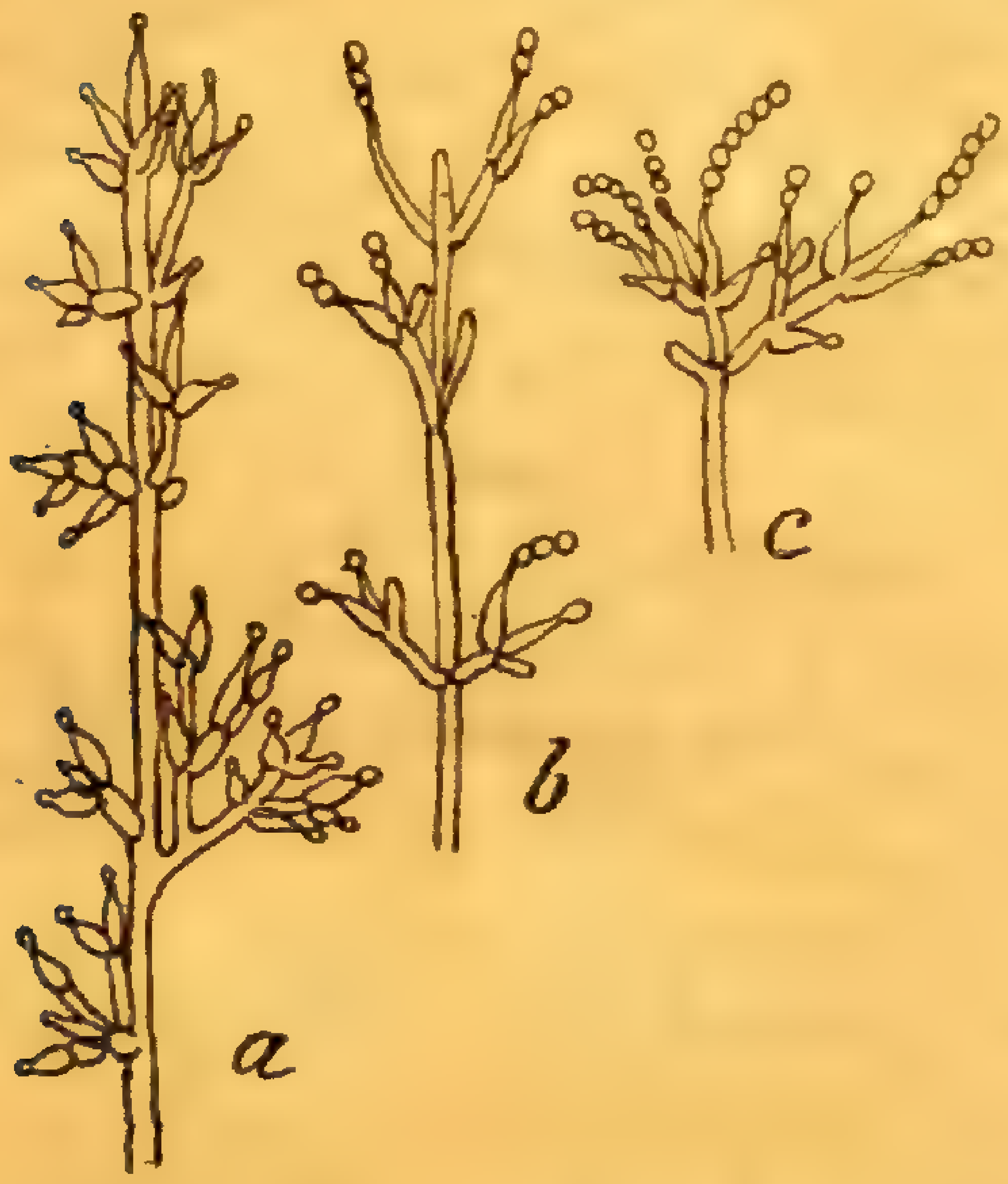


Fig. 16. — Appareil sporifère de l'*Isaria farinosa*. *a* (gros. 700) exemplaire fortement développé, les spores mûres se sont détachées ; *b* et *c* (390) exemplaires d'une végétation moins vigoureuse. On voit des chapelets de spores arrondies aux extrémités des stérigmates. Cultures sur porte objet (d'après de Bary).

IX. — NÉCESSITÉ DE LA RÉVISION DE L'ANCIEN GENRE BOTRYTIS.

LA CLASSIFICATION DES MUCÉDINÉES DE M. VUILLEMIN

Tous les mycologues sont d'accord pour reconnaître que ce genre est une réunion des plus hétéroclites de types très différents de champignons, un véritable *capharnaüm* suivant l'expression de Giard. On ne voit pas à quels titres des formes aussi complètement différentes que *Botrytis cinerea* et *Botrytis Bassiana* ont pu être réunies dans un même genre. Une revision s'impose pour mettre un peu de clarté dans la classification d'espèces qui se signalent notamment par une importance pratique de premier ordre.

Fort heureusement, M. le Professeur Vuillemin a établi récemment [**45** et **46**] les bases d'une classification nouvelle des *Fungi imperfecti*, classification qui paraît tout à fait satisfaisante et commode et à laquelle il faut souhaiter que tous les Mycologues se rallient. Les espèces de l'ancien genre *Botrytis* y trouvent, et y trouveront au fur et à mesure de nouvelles études, tout naturellement leur place. On peut dès maintenant constater que des espèces autrefois confondues dans le même genre, sont déjà convenablement éloignées dans des genres très différents. Nous en donnerons tout à l'heure quelques exemples, mais nous croyons qu'il serait auparavant utile et intéressant d'esquisser à grands traits la classification de M. Vuillemin.

Les *Fungi imperfecti*, tels qu'on les conçoit encore, comprennent les trois groupes suivants : *Sphæropsidales*, *Mélanconiales et Hyphales*. C'est surtout ce dernier groupe qui est visé ici. On le subdivisait, d'après des apparences superficielles en : Mucédinées, Dématiées, Stilbellacées et Tuberculariacées. Les caractères différentiels basés sur le fait que le mycelium peut être disséminé ou groupé, incolore ou fuligineux, indiquent mal les affinités, car une même espèce peut, suivant les conditions de milieu, répondre successivement à la définition de chacun de ces groupes. M. Vuillemin trouve un caractère plus fixe dans la différenciation plus ou moins grande des fonctions végétatives et reproductrices et dans le mode de disposition des conidies sur le thalle, lorsqu'elles existent.

Résumé synoptique de la classification des Hyphales
d'après M. Vuillemin

		Classes :	
A. Fonctions végétative et reproductrice non séparées sur des organes rigoureusement distincts.	Éléments sporiformes ayant d'abord fait partie du thalle et secondairement adaptés à à la fonction reproductrice.	*Thallosporés*	Blastospores ou globules bourgeonnants *Blastosporés.*
			Multiplication par fragmentation de mycelium *Arthrosporés.*
	Hémispores qui, primitivement distinctes du thalle (protoconidies), continuent à végéter pour se fractionner en deutéroconidies.	*Hémisporés*	
B. Spores opposées au thalle dès l'origine.	Conidies vraies.	*Gonidiosporés*	

La classe renfermant les formes les plus variées, et celle qui nous intéresse le plus ici, est celle des Conidiosporés. L'absence ou la présence de phialides, les caractères de celles-ci, constituent les bases de leur subdivision. La phialide (*de phiala*, fiole ou flacon) désigne l'élément différencié en forme de bouteille qui porte les conidies. C'est la baside ou le stérigmate des auteurs, mais ces noms s'appliquant à des organes bien définis, risquent de causer des confusions; à l'encontre de la véritable baside, la phialide produit des conidies sans caryomyxie préalable.

Ceci dit, voilà quelle est la division des **Conidiosporés** en ordres :

I. **Sporotrichés.** — Conidies directement portées par le mycelium.

Ex. : *Rhinocladium Lesnei* Vuillemin.

Sporotrichum chrysospermum Harz.

II. **Sporophorés.** — Un sporophore, pas de phialides.

Ex. : *Acremonium Potronii* Vuillemin, les *Gonatobotrys*, les *Œdocephalum*.

Ajoutons : *Botrytis cinerea* Pers.

III. **Phialidés.** — Une phialide.

Ex. : *Spicaria Aphodii* Vuillemin, les *Verticillium*, les *Penicillium*, les *Aspergillus*, etc.

C'est dans cet ordre que se classe le genre *Beauveria* et les diverses Muscardines.

IV. **Prophialidés.** — Une prophialide (portion particulière du phialophore préparant la production des phialides).

Ex. : *Urophiala mycophila* Vuillemin ;
Olpitrichum carpophilum Atkinson ; *Coemansia.*

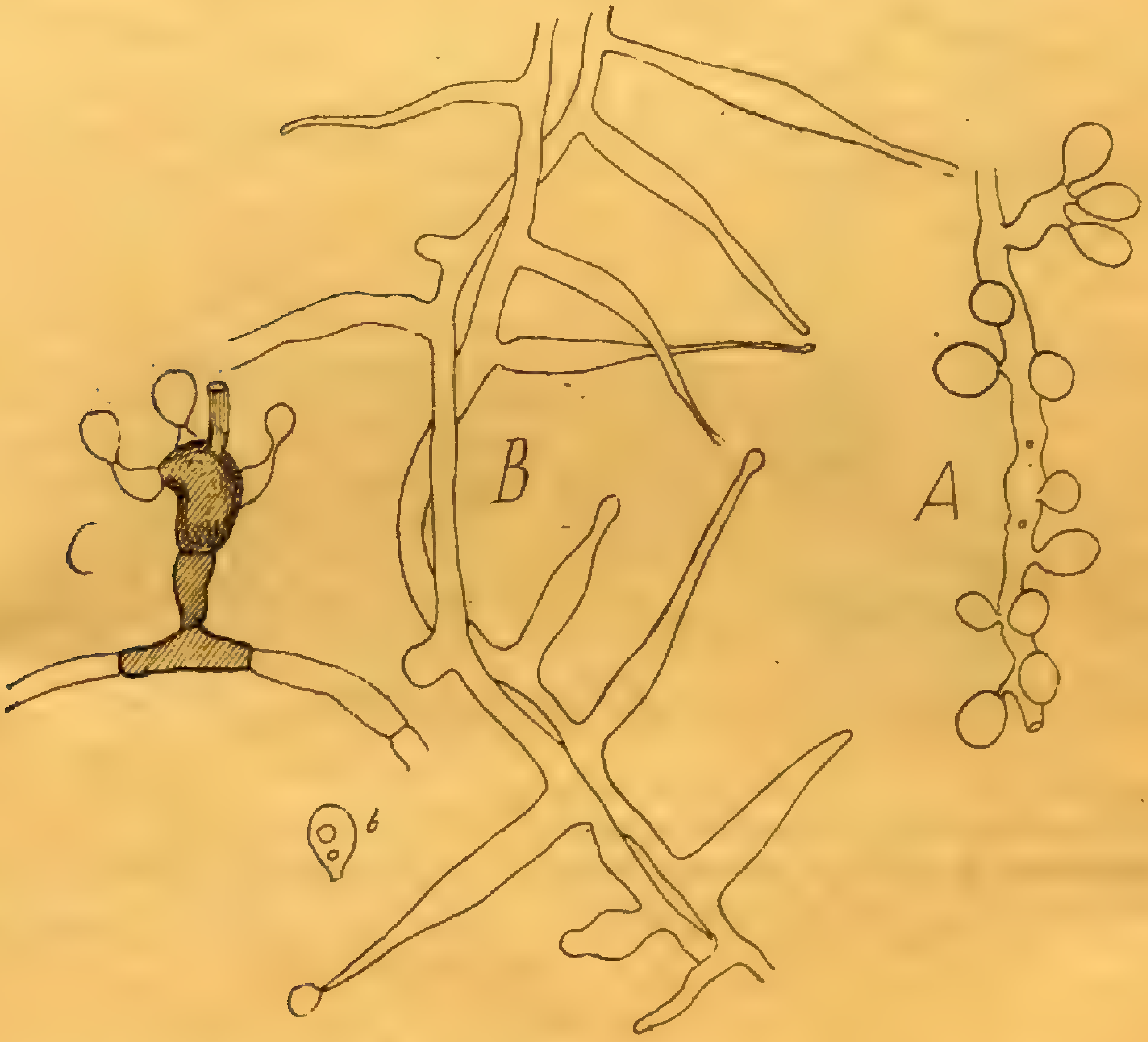


Fig. 17. — Quelques types de Conidiosporées : A), *Rhinocladium Lesnei* Vuil., type de Sporotrichés ; B), *Acremonium Potronii* Vuil., type de Sporophorés ; C), *Urophiala mycophila* Vuil., type de Prophialidés. D'après Vuillemin, [46].

L'ancien genre *Botrytis*, qui renfermait des espèces si différentes, est donc déjà heureusement disjoint : Les espèces du type *Botrytis cinerea* constitueront seules le genre *Botrytis* qui se range parmi les *Sporophorés*, tandis que les *Botrytis-Muscardines* font partie des *Phialidés.* Chez les premières, une tête plus ou moins renflée, formée à l'extrémité d'une ramification du sporophore, se couvre de conidies sans l'intermédiaire de phialides, chez les secondes, les conidies sont toujours portées par des phialides.

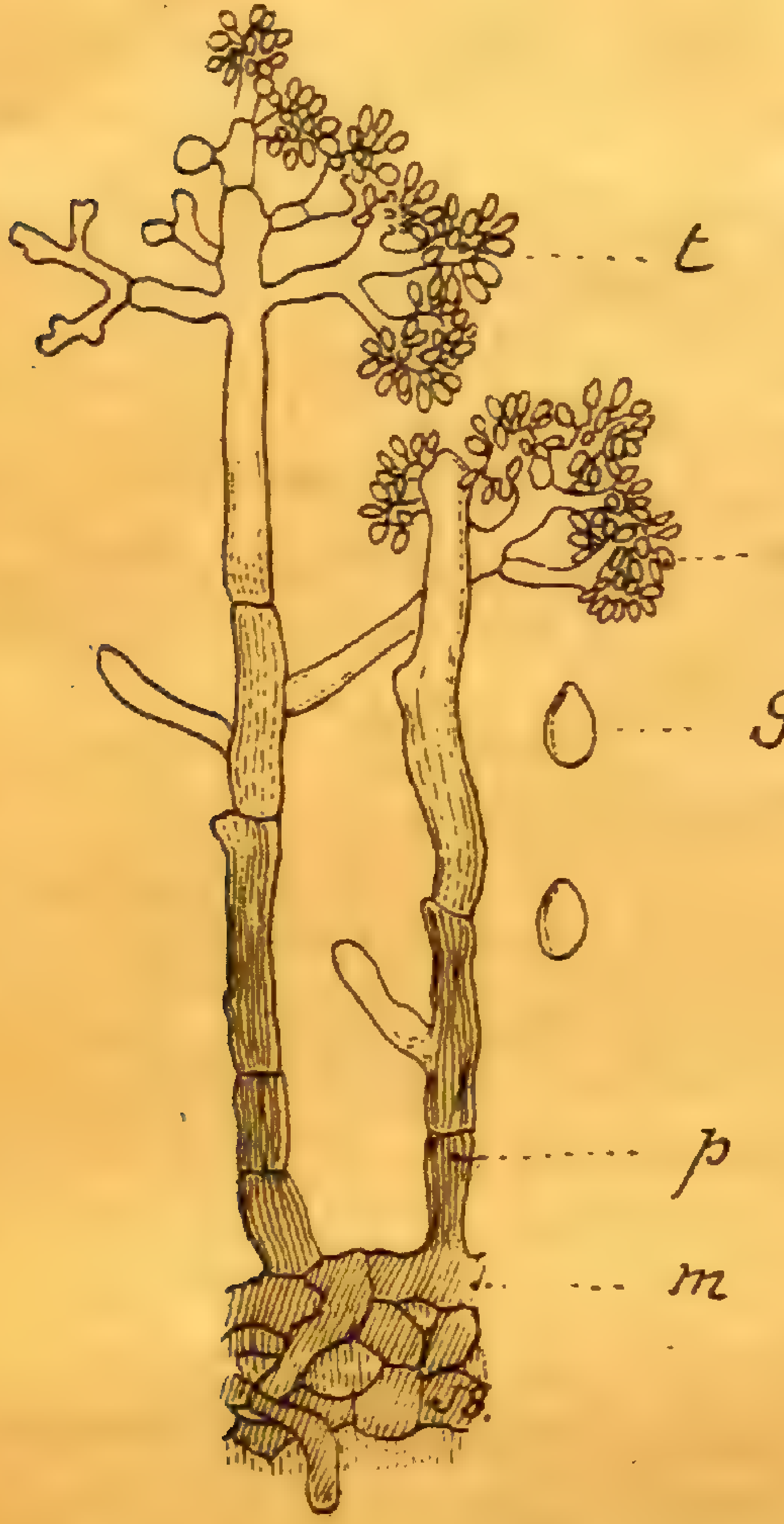


Fig. 18. — Port et mode de fructification du *Botrytis cinerea* : *t*, tête sporifère arrondie, couverte de conidies *s*. En S, une conidie plus fortement grossie.

Les principales familles de Phialidés sont : les Verticilliacées, les Aspergilliacées, les Pénicilliacées. Les Verticilliacées sont caractérisées par la disposition généralement verticillée des phialides. C'est dans cette famille que M. Vuillemin a rangé la muscardine du ver à soie (1910, [**46**]) ; toutefois, abusé par les descriptions et les figures des auteurs, d'après lesquels les phialides de cette espèce se termineraient par un *chapelet* de spores, ce savant l'avait d'abord fait rentrer dans le genre *Spicaria*, sous le nom de *Spicaria Bassiana*. Ce nom a été adopté par quelques auteurs : Fron [**13**, **14**] 1911 et 1912; Vincens [**43**] 1912), avant qu'ils

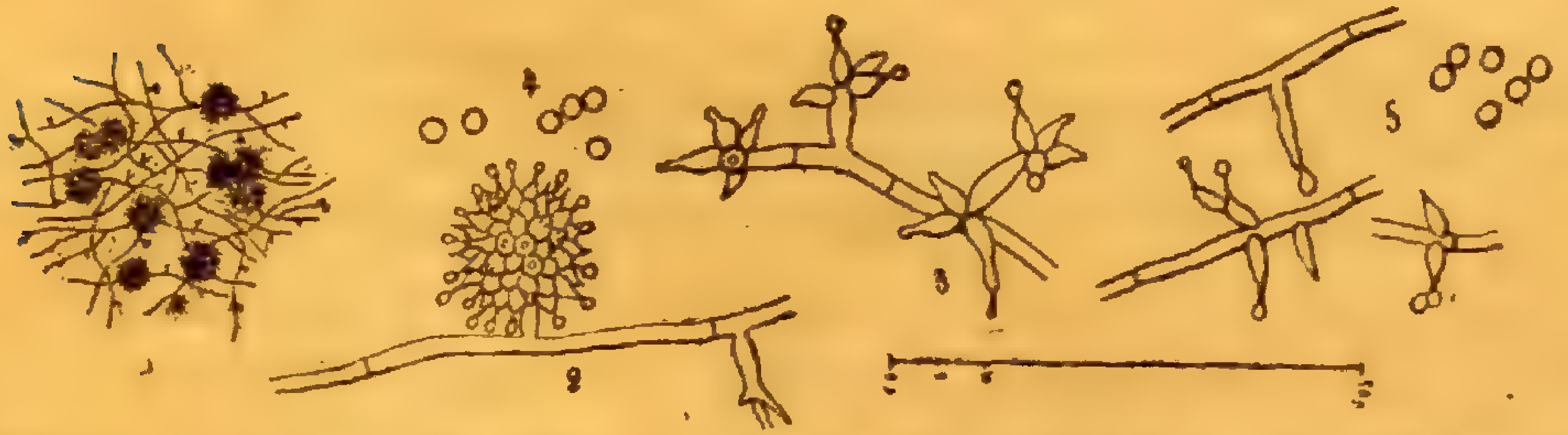


Fig. 19. — *Spicaria* sp. (de Vincens). Fig. 1. Mycelium et glomérules à un faible grossissement. Fig. 2 et 3, les mêmes plus grossis et isolés.— Fig. 4. Spores.— Ce *Spicaria* est probablement le *Beauveria Bassiana* présentant des verticilles et phialides particulièrement abondants et constituant ainsi des glomérules. — Fig. 5. *Spicaria (Beauveria) Bassiana*. (Toutes ces figures d'après Vincens).

pussent connaître la création du genre *Beauveria* par M. Vuillemin; dans ce genre, rentrent les espèces de Phialidées avec phialides portant des conidies en sympode. Parmi les muscardines qui restent dans le genre *Spicaria* se trouve *Isaria farinosa* Fries qui devient *Spicaria farinosa* (Fries) Vuillemin.

Nous pouvons donc distinguer, à titre d'exemples, quelques genres de Verticilliacées de la façon suivante :

Spores isolées		*Verticillium*
Spores groupées	en sympode	*Beauveria*
	en chapelet	*Spicaria*, etc.

Dans notre mémoire ([**2** *bis*], 1911, p. 27) nous avions déjà indiqué la nécessité qu'il y avait de créer un groupe nouveau pour les espèces chez lesquelles la production des conidies s'effectue en sympode au sommet des phialides. Il y a là, disions-nous, un caractère très spécial, très important et de l'ordre de ceux qui doivent servir à constituer les familles, si nous adoptons les principes posés par M. Vuillemin. Dans cette famille de l'ordre des Phialidés, il faudrait créer un genre pour les formes en question.... ; il est urgent de supprimer le nom de genre *Botrytis* appliqué à ces formes, — nom qui n'a aucune valeur scientifique ».

Nous avons vu comment M. Vuillemin a réuni ces formes à développement sympodique des conidies dans un genre spécial qu'il place au voisinage des *Spicaria* pour les faire rentrer dans la même famille des Verticilliacées.

Voici comment M. Vuillemin motive le rapprochement des genres *Spicaria* et *Beauveria* : « La grappe monopodique des espèces étudiées par M. Beauverie dérive du chapelet des *Spicaria*, de même que leur support, souvent étiré et continu avec le mycelium, dérive de la phialide par altération secondaire. Dans les deux cas, la végétation est définie par la formation de la première spore. Les spores qui lui succèdent résultent d'un accroissement intercalaire du col de la phialide arrêté dans son allongement terminal. Chez les *Spicaria*, elles s'organisent le long de l'axe lui-même; chez les parasites du ver à soie, elles terminent les ramuscules filiformes nés en progression basipètes au-dessous des conidies précédemment formées ». Chez les *Beauveria* « tous les rameaux comme l'axe sont définis par une spore. Chacun nait sous la spore précédente, en sorte que, si l'apparence définitive rappelle une *disposilion* centrifuge par suite de redressement secondaire des branches du sympode, les conidies n'en ont pas moins l'*origine* centripète des spores des chapelets des *Spicaria*, puisque chacune d'elle termine un rameau né *au-dessous* de la spore précédente ».

Voici donc l'ancien genre *Botrylis* dépouillé de toutes les muscardines qui deviennent soit des *Beauveria*, soit des *Spicaria*; il lui reste le *Bolrytis cinerea* et formes voisines. Quelques auteurs se demandent pourquoi on continue à conserver cette dernière appellation, puisqu'on connaît la forme supérieure ascosporée qui, en bonne justice, doit désigner l'espèce; cette forme ascosporée est, comme on sait, *Peziza Fuckeliana* (de Bary) Fuckel. Ces auteurs ont raison et Giard disait justement : « Il n'existe pas plus un genre *Botrytis* et un genre *Isaria* qu'il n'existe en zoologie un genre *Nauplius* et un genre *Zoæa*, ou, si l'on préfère, un genre *Chenille* et un genre *Chrysalide*. Ces expressions désignent seulement des stades embryogéniques, des phases évolutives de certains êtres dont le développement ultime peut être connu ou inconnu ». Lorsque c'est ce dernier cas qui est réalisé, il faut bien donner un nom; lorsque c'est le premier, il est souvent commode, sinon conforme aux règles de la nomenclature, d'employer un nom qui a pour lui l'ancienneté et qui désigne la forme que l'on rencontre le plus fréquemment et qui se signale, bien plus que la forme plus parfaite, par son importance pratique. C'est en vertu de ces considérations que l'usage du nom *Botrylis cinerea* reste toléré.

Quoi qu'il en soit, nous n'avons pas cru trop insister sur l'heureuse revision du vieux genre *Botrylis* réalisée dans ses grandes lignes par M. Vuillemin.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

[**1**] Audouin. — Recherches anatomiques et physiologiques sur la maladie contagieuse qui attaque les vers à soie et qu'on désigne sous le nom de Muscardine. (*Ann. des Sciences naturelles,* 2^{e} série, Zoologie, t. VIII, 1837).

[**2**] Bary (de). — Zur Kenntniss insektentödtender Pilze. [*Botan. Zeitung,* 1867-1869).

[**2**^{bis}] Beauverie (J.). — Notes sur les Muscardines. Sur une muscardine du ver à soie non produite par le *Botrytis Bassiana* Bals. Etude du *Botrytis effusa* sp. nov. *Rapport de la Commission administrative du Laboratoire d'études de la soie de Lyon,* t. XIV, 1911.

[**3**] Beauverie (J.) et Vaney (Cl.). — Sur l'*Isaria arbuscula* (Hariot) d'une nymphe de cigale du Mexique. (*Annales de la Soc. Linnéenne de Lyon,* 8 p., 3 fig., 1899).

[**4**] Boudier. — Sur les rapports qui existent entre l'évolution des divers organes des champignons et ceux des Phanérogames. (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes,* 14 avril 1898).

[**4**^{bis}] Burrill (I.-J.). — In Forbes seventeenth Report of the state Entomologist on the noxious and beneficious Insects of the state Illinois, 1891, p. 81, note).

[**5**] Bulletin économique de l'Indo-Chine, n° 100, nouvelle série. Janvier-février, 1913, p. 99-100 (Anonyme).

[**6**] Conte (A.) et Levrat (D.). — Les maladies des vers à soie. La Muscardine.(*Rapports du Laboratoire d'étude de la Soie.* Vol. XIII, 1906-1907, Lyon, Rey, 1909 (12 p.).

[**7**] Costantin (J.). — *Les Mucédinées simples,* un vol., 210 p., Klincksieck, Paris, 1888.

[**8**] Delacroix. — Le hanneton et sa larve. (*Journal d'Agriculture pratique,* n^{os} des 23 et 30 juillet, 6 et 13 août 1891).

[**9**] Delacroix. — Observations sur quelques formes *Botrytis* parasites des insectes. (*Bulletin de la Société Mycologique de France,* t. IX, pp. 177-185, 1893).

[10] DELACROIX. — Travaux du *Laboratoire de Pathologie végétale* (voir : *Oospora destructor,* Champignon produisant sur les insectes la muscardine verte (pl. XIV, fig. 2) et *Isaria dubia,* nov. sp. (pl. XIV, fig. 1).
Bulletin de la Société Mycologique de France, t. IX, pp. 260 et suiv.

[11] DITMAR. — In Sturm *Deutschl. Fl.,* 3, tab. 52 (Iconographie du *Botrytis densa* Ditm., cité par Saccardo : *Index Iconum*).

[12] FRIES. — Isaria densa, *Syst. mycol.,* III, p. 419, 1832.

[13] FRON (G.). — Notes sur quelques mucédinées observées sur *Cochylis ambiguella* (Pl. XIX), (*Bul. Soc. Mycol. de France,* t. XXVII, 7 p., 1911)

[14] FRON (G.). — Sur une Mucédinée de la *Cochylis* (2e note) id., t. XXVIII, 4 p., 1912.

[15] DUFOUR. — Nochmals über *Botrytis tenella.* (*Zeitschr. f. Pflanzenkr.* Bd. III, 1893, p. 43-45).

[16] GIARD (A.). — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 11 avril 1891.

[17] — *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1er juin 1891.

[18] — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 18 juillet 1891.

[19] — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 3 août 1891.

[20] — L'*Isaria densa* (Link) Fries, champignon parasite du hanneton commun, pp. 1-113, 4 planches, 6 figures dans le texte (*Bulletin scientifique de France et de Belgique,* série 4, 3e vol., t. XXIV, 1892).

On trouvera, dans cet important travail, une mise au point de la question des muscardines à cette date et un index bibliographique détaillé.

[21] GUÉRIN DE MÉNEVILLE. — Etude sur les maladies des vers à soie..., (*Mémoires de la Soc. d'Agr. de France,* 2e série, t. V, 1849).

[22] HEIM (F.). — Sur un curieux champignon entomophyte : *Isaria tenuis,* sp. nov. (*Bulletin de la Société Mycologique de France,* t. IX, pp. 114-119).

[23] JOHANYS. — *Annales des Sc. naturelles, Zoologie,* seconde série, t. XI, p. 65, 1839.— Démontre le premier la possibilité pour *Botrytis bassiana* de vivre en saprophyte (GIARD).

[24] KRASSILTSCHIK. — Travaux publiés en russe. (*Société des Naturalistes d'Odessa,* 1886, p. 124). Ils ont été traduits et analysés dans le *Bulletin scientifique de France et de Belgique,* t. XIX, 1888, pp. 461 et suivantes, sous le titre : « La production industrielle des parasites végétaux pour la destruction des insectes nuisibles ».

[**24**^{bis}] Lagarde (J.). — Biospeologica. XXXII. Champignons (Première série). — (*Archives de Zoologie expér. et gén.*, t. LIII, p. 277-307, pl. XII et XIII, 1913).

[**25**] Le Moult. — Le Parasite du hanneton (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 1081, 11 mai 1891).

[**25**^{bis}] — La destruction des insectes nuisibles par les parasites végétaux. (*Le Progrès agricole et viticole*, 1913, p. 239, 265, 297).

[**26**] Link (H.-F.). — Observationes in ordines, etc., p. 13, 1809. (sur le *Sporotrichum densum* (Link) Fries).

[**27**] Ludwig. — Lehrbuch der niederen Kryptogamen.

[**28**] Montagne. — *Histoire botanique de la muscardine*, 1835.

[**29**] Nees von Esenbeck. — System der Pilze und Schwamme, Würzb. (Iconographie du *Botrytis densa* Ditm.; cité par Saccardo : *Sylloge* XIX, *Index Iconum*).

[**30**] Persoon.— Mycologia Europæa, p. 75, 1822. (Sur *Sporotrichum densum*).

[**31**] Picard (F.) (1). — Rapport sur la teigne des pommes de terre. (*Annales des épiphyties*, 1913).

[**32**] Portier (P.). — Recherches physiologiques sur les champignons entomophytes, Paris, 1911).

[**33**] Prillieux et Delacroix.— Le Champignon parasite de la larve du hanneton. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 mai 1891, t. CXII, p. 1079).

[**34**] Prillieux et Delacroix. — Sur la muscardine du ver blanc. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 20 juillet 1891, t. CXIII, p. 158).

[**35**] Robin (Ch.). — *Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et les animaux*, pp. 560-603, 1853.
Bibliographie juqu'à cette date.

[**36**] Sabouraud. — Affections trichophytiques de l'homme et divers animaux causées par des cryptogames plus ou moins voisins de la Muscardine. (*Comptes rendus Académie des Sc.*, 26 décembre 1892).

---

(1) Pendant l'impression de notre mémoire a paru une importante mise au point, par M. F. Picard, de la question des Champignons parasites des insectes, au point de vue scientifique et pratique.

Nous ne saurions trop signaler ce travail où sont consignées les nombreuses observations personnelles de l'auteur.

Picard F. : Les Champignons parasites des insectes et leur utilisation agricole : *Annales de l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier*, Nouv. série, t. XIII, p. 121-248, 28 fig., importante bibliographie.

[37] SACCARDO. — *Sylloge fungorum*, vol. IV : *Sylloge hyphomicetum*, Pavie, 1886. (Voir aussi les volumes suivants, notamment XIX, *Index Iconum*).

[38] SACCARDO. — *Fungi Italici*, 1877-1896 (Iconographie : Tab. 692, *Botrytis Bassiana* Bals. et var, *tenella* Sacc.).

[39] SAUVAGEAU (C.). — La Destruction des vers blancs, 16 p. et fig. (*Revue de Viticulture*, t. I, 1894).

[40] SAUVAGEAU et PERRAUD. — Sur un champignon parasite de la Cochylis. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 17 juillet 1893).

[41] SCHAFFER. — Ein die Maikaferlarven tödtender Pilze. (*Botrytis tenella*). *Zeitschr. f. Forst. und Jagdwesen* XXV, p. 85-90, 1893.

[42] TULASNE (L.-R.). — Note sur les *Isaria* et *Sphæria* entomogènes. (*Annales des Sciences naturelles*, 4^e^ série, Botanique, t. VIII, pp. 35-44, 1857).

[43] VINCENS (F.). — Recherches sur le parasitisme de quelques champignons entomophytes sur *Bombyx Mori*. (*Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*, t. XLV, 18 décembre 1912).

[44] VUILLEMIN. — Les *Isaria* du genre *Penicillium*. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, t. XX, 1904, pp. 214-222).

[45] VUILLEMIN. — Matériaux pour une classification rationnelle des *Fungi imperfecti*. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, CL, p. 882-884, 4 avril 1910).

[46] VUILLEMIN. — Les Conidiosporés. (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, 2 juin 1910).

[47] VUILLEMIN. — *Beauveria*, nouveau genre de Verticilliacées. (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1911, t. LVIII (quatrième série, t. XI), p. 34-40, Pl. I.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

I. La Muscardine proprement dite........................ 81

II. Remarques sur l'utilisation pratique des champignons entomophytes 88

III. Caractères botaniques du champignon de la muscardine du ver-à-soie. Le genre *Beauveria* de M. Vuillemin... 90

IV. Les espèces du genre *Beauveria*, autres que le *B. Bassiana* 98

V. *Beauveria effusa* (Beauverie) Vuillemin.............. 98

- *a)* Caractères macroscopiques des cultures 98
- *b)* Coloration 100
- *c)* Caractères microscopiques................. 102
- *d)* Résumé des caractères du *Beauveria effusa*... 157
- *e)* Etude comparative avec quelques espèces voisines 158

VI. *Beauveria densa*............................... 159

VII. *Beauveria globulifera* 161

VIII. *Spicaria farinosa* 161

IX. Nécessité de la révision de l'ancien genre Botrytis. La classification des Mucédinées de M. Vuillemin 162

X. Index bibliographique............................ 169

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

W. Palladin und Sergius Lvoff. — **Ueber die Einwirkung der Atmungschromogene auf die alkoholische Gärung.** (*Action des chromogènes respiratoires sur la fermentation alcoolique*). (Zeitsch. f. Gärungsphysiologie, vol. II, 1913, p. 326).

Palladine a déjà montré, par des travaux faits en partie en collaboration avec G. Kraule, que le travail des ferments protéolytiques dans les plantes tuées était empêché dans une large mesure par des phénomènes d'oxydation.

Dans la présente série de recherches, Palladine et Lvoff étudient l'action des chromogènes respiratoires sur la zymase.

De la levure tuée par le procédé de Lebedew a été mise dans du suc extrait de betteraves ou de champignons. Ces sucs, riches en chromogène, noircissaient rapidement à l'air. La fermentation du suc de betterave ou de champignon, dans un courant d'air, est vite arrêtée par les phénomènes d'oxydation. On remarque que la fermentation alcoolique est très diminuée si l'on oxyde le suc avant l'introduction de la levure tuée. Dans du suc bouilli où le prochromogène ne peut pas se transformer en chromogène et ensuite en pigment, la fermentation est très active. Il en est de même avec du suc cru, dans un courant d'hydrogène. La proportion entre l'acide carbonique dégagé et l'alcool produit n'est pas altérée par l'action paralysante du chromogène.

D'après l'ensemble des travaux les plus récents sur la fermentation alcoolique, l'alcool n'est pas un produit immédiat de la décomposition du glucose; il doit y avoir formation de substances intermédiaires aux dépens desquelles l'alcool est produit par synthèse. L'action paralysante des chromogènes respiratoires sur la fermentation alcoolique a vraisemblablement le mécanisme suivant : pendant la formation des produits intermédiaires, le pigment s'empare de l'hydrogène dégagé et l'oxyde à l'aide de l'oxygène de l'air pour former de l'eau. Des expériences de Lvoff, faites en remplaçant les liquides organiques riches en chromogènes par une solution aqueuse de bleu de méthylène, ont mis en évidence cette fixation d'hydrogène. Il est certain que, dans les sucs de betterave ou de champignon, le chimisme est plus complexe.

Jean Friedel.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Menuet est chargé pour neuf années du cours d'Histoire naturelle à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Tours.

⁂

M. Musso a soutenu avec succès une thèse de Doctorat à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, sur l'*Etude des levures d'Algérie.*

⁂

M. Houard, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Caen est nommé Professeur adjoint de botanique dans la même Faculté.

⁂

La Chambre syndicale des minotiers et fabricants de semoules de Marseille vient de créer un laboratoire pour l'étude des céréales et des plantes féculentes. La direction de ce nouveau centre de recherches est confiée à M le professeur Jumelle, de la Faculté des Sciences, qui aura comme collaborateurs : MM Raybaud et Stiehtjes.

⁂

M. J. Beauverie, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé Professeur adjoint à la même Faculté.

⁂

M. le Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris est autorisé à accepter le legs fait à cet établissement pour le service de la Botanique par le regretté M. Finet. Ce legs consiste en 600.000 francs, plus tous les volumes de la bibliothéque de M. Finet.

⁂

M. Lutz est nommé Professeur titulaire à l'École nationale supérieure d'Agriculture coloniale.

⁂

M. A. **Dubois** a soutenu avec succès devant la Faculté des Sciences de Paris, en vue d'obtenir le titre de Docteur de l'Université, une thèse relative à des *Recherches anatomiques sur les Linées indigènes.*

⁂

M. **Royole** a présenté à la Faculté des Sciences pour obtenir le diplôme d'études supérieures, un travail sur la *Projection des graines d'Oxalis.*

⁂

On annonce le décès, à l'âge de 65 ans, de M. le docteur **Laguesse**, Directeur du Jardin Botanique de Dijon.

⁂

Les plans du nouveau Laboratoire d'Evolution des êtres organisés, qui va être construit boulevard Raspail à Paris, viennent d'être approuvés par le Conseil de l'Université. Un terrain y est réservé aux expériences sur les végétaux.

⁂

A l'occasion de la vingt-cinquième année de son enseignement, on vient de célébrer à Moscou le jubilé du Professeur **Prianichnikof**, connu par ses remarquables travaux de Physiologie végétale et d'Agronomie.

⁂

La Conférence internationale de Phytopathologie s'est réunie à Rome le 24 février 1914. Plus de 50 délégués y représentaient tous les Etats qui ont adhéré à cette conférence, dont l'objet est de conclure une convention diplomatique pour assurer les 32 États adhérents contre la diffusion des maladies des plantes.

Lille. — Imp. PLATEAU & Cie. Le Gérant, Ch. Pieters.

Gustav **FISCHER**, Iéna — 1913

Organographie der Pflanzen
INSBESONDERE DER
ARCHEGONIATEN UND SAMENPFLANZEN
von
Dr K. GOEBEL
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
ERSTER TEIL
ALLGEMEINE ORGANOGRAPHIE
PREIS : M. 16

MIKROCHEMIE DER PFLANZE
VON
Dr HANS MOLISCH
O. Ö. PROFESSOR UND DIREKTOR DER PFLANZENPHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS
AN DER K. K. UNIVERSITÄT IN WIEN
PREIS : M. 13

VORLESUNGEN
ÜBER
PFLANZENPHYSIOLOGIE
VON
Dr LUDWIG JOST
O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT STRASSBURG
DRITTE AUFLAGE
PREIS : M. 16

Exkursionsflora von Java
UMFASSEND DIE
BLÜTENPFLANZEN
VON
Dr S. H. KOORDERS
VIERTER BAND :
ATLAS
I. ABTEILUNG : FAMILIE 1-19
PREIS : M. 2.50

E. ORLHAC, Éditeur, 1, Rue Dante, PARIS

Vient de paraître

Henri COUPIN

Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut
Chef des Travaux de Botanique à la Sorbonne

LES ALGUES DU GLOBE

Tome I : *Chrysomonadineæ* (7 planches). — *Dinoflagellatæ* (11 planches). — *Héterocontæ* (4 planches). — *Cryptomonadineæ* (1 planche). — *Euglenaceæ* (3 planches). — *Chlorophyceæ* : Volvocales (19 planches) ; Protococcales (22 planches) ; Ulothricales (15 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Tome II : *Chlorophyceæ* : Ulothricales (suite) (6 planches) ; Siphonocladiales (9 planches) ; Siphonales (9 planches). — *Conjugatæ* : Zygnemaceæ (5 planches) ; Mesostæniaceæ (1 planche) ; Desmidiaceæ (12 planches). — *Phæophyceæ* : Fucaceæ (17 planches) ; Dictyotaceæ (4 planches) ; Tilopteridaceæ et Choristocarpaceæ (2 planches) ; Cutleriaceæ (3 planches) ; Lithodermataceæ (1 planche) ; Ralfiaceæ (1 planche) ; Laminariaceæ (11 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Le Tome III paraîtra en 1914

LES CHAMPIGNONS DU GLOBE

Premier Volume : *Siphomycetes* : Mucorineæ (7 planches) ; Entomophthorineæ (4 planches) ; Chytridineæ (10 planches) ; Ancyclistineæ (1 planche) ; Saprolegniineæ (7 planches) ; Monoblepharidineæ (3 planches) ; Peronosporeæ (9 planches). — *Ascomycetes* : Tuberineæ (6 planches) ; Terfeziaceæ (3 planches) ; Myriangaceæ et Trichocomaceæ (1 planche) ; Onygenaceæ (1 planche) ; Pezizineæ (31 planches) . . . . 15 fr. (relié).

Le Deuxième Volume paraîtra en 1914

ALBUM GÉNÉRAL DES CRYPTOGAMES

(ALGUES, CHAMPIGNONS, LICHENS)

Les 20 premiers fascicules sont en vente au prix de 2 fr. 50 l'un ; ils peuvent être achetés séparément.

LILLE.—IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Mai 1914

N° 305

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1914

LIVRAISON DU 15 MAI 1914

I. — SUR LA NATURE PATHOLOGIQUE DE L'*ALYSSUM DENSIFLORUM* LANGE (avec trois planches), par **M. Marin Molliard** 177

II. — ETAT ACTUEL DE LA QUESTION DE L'ÉVOLUTION ET DU RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES MITOCHONDRIES D'APRÈS LES TRAVAUX RÉCENTS DE CYTOLOGIE VÉGÉTALE (avec seize figures dans le texte) *(fin)*, par **M. A. Guilliermond** 182

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 211

Grafe V. et V. Vouk. — Untersuchungen über den Inulinstoffwechsel bei *Cichorium Intibus* L. (Cichorie). III.
Palladin W. — Ueber die Bedeutung der Atmungspigmente in den Oxydationsprozessen der Pflanzen.
Goebel K. — Organographie der Pflanzen.
Pollacci G. — Nuove ricerche sull' assimilazione del carbonio.
Pollacci G. — Sull' *Abrus precatorius* L.
Chodat R. — Monographie d'Algues en culture pure.
Blaringhem L. — Le perfectionnement des plantes.
Grafe V. et Vouk. — Das Verhalten einiger Saccharomyzeten (Hefen) zu Inulin.
Massart Jean. — La création de réserves naturelles.
Massart Jean. — Le rôle de l'expérimentation en Géographie botanique.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 223

Planches contenues dans cette livraison :

Planche 2. — *Alyssum maritimum*, Lmk.
Planche 3. — *Alyssum densiflorum*, Lnge. I.
Planche 4. — *Alyssum densiflorum*, Lnge. II.

Cette livraison renferme en outre neuf figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à Monsieur l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

SUR LA NATURE PATHOLOGIQUE DE L'*ALYSSUM DENSIFLORUM* LANGE

par M. Marin MOLLIARD

Dans la séance de la Société botanique de France du 26 janvier 1906, M. Alf. Reynier (1) mettait sous les yeux des membres présents d'intéressants échantillons de *Medicago minima* Lmk type et de la variété *M. ononidea* de Coincy, ainsi que de l'*Alyssum maritimum* Lmk type et de sa variété *A. densiflorum* Lange; dans les deux cas, M. Reynier montrait qu'il ne peut s'agir de variétés valables, pour la bonne raison que sur certains individus on pouvait reconnaître à la fois la forme normale et la forme qui avait entraîné la création de la variété correspondante par des auteurs qui n'avaient eu entre les mains que les échantillons les plus communs, ceux qui sont homogènes; on devait être en présence de cas pathologiques ou tératologiques.

A la suite de cette communication de M. Reynier, le distingué botaniste provençal m'a fait de nombreux envois des deux formes des deux espèces; j'ai pu établir pour le cas du *Medicago minima* var. *ononidea* qu'il s'agissait bien en effet d'une forme pathologique et que l'agent de la transformation partielle ou totale était un *Aphis*; les résultats de ces investigations ont été consignés sous la signature de M. Reynier (2); mon confrère me charge d'exposer ici sous la mienne les conclusions relatives à la seconde variété litigieuse.

Rappelons tout d'abord brièvement les caractères qui différencient la forme normale et la variété *densiflorum* de la plante en question ; l'*Alyssum maritimum* type a des tiges et des feuilles allongées, des silicules assez grandes et le port en est représenté par la Planche 2 (1) ; les pieds que Lange a rapportés à la variété *densiflorum* ont des rameaux courts, à feuilles très peu longues et étroites, à grappes florales fortement condensées, à silicules plus ou moins réduites (Pl. 3, fig. 1 et 2).

---

(1) A. Reynier. — *Deux anomalies végétales analogues.* (*Bull. Soc. bot. de France*, 1906, **53**, 65-68).

(2) A. Reynier. — *La prétendue variété* Medicago ononidea de Coincy *n'est qu'une forme pathologique du* M. minima Lmk. (*Bull. Soc. bot. de France*, 1908, **55**, 553-557).

J'ai fait allusion à la première raison qui doit nous faire rejeter la variété *densiflorum* du cadre de la systématique normale ; c'est l'existence d'individus mixtes, dont certains rameaux sont normaux et dont d'autres présentent l'anomalie qui a fait créer ladite variété (échantillons A de M. Reynier, comparables à celui qui est représenté par la figure 4 de la Planche 4).

Un second argument, aussi puissant que le premier, est fourni par la descendance des individus de la soi-disant variété ; j'ai semé à Paris, au printemps 1909, des graines provenant de pieds normaux et d'individus aberrants qui m'avaient été envoyés à l'automne précédent et j'ai obtenu dans les deux cas des plantes absolument identiques, correspondant à l'*Alyssum maritimum* type, qui ont fleuri au mois d'août ; il s'agit donc d'une modification qui n'est héréditaire à aucun degré : nous ne sommes pas en présence d'une variété valable.

Depuis 1906, j'ai reçu chaque année de M. Reynier de nombreux échantillons normaux ou anormaux de l'*A. maritimum* provenant des environs de Marseille et de Toulon, et j'ai pu les examiner comparativement avec soin ; j'avais pensé d'abord à une cause traumatique, telle que le sectionnement des rameaux par des animaux, suivi de la production de rameaux de remplacement présentant les caractères aberrants signalés ; mais il est facile de constater que beaucoup d'individus de la soi-disant variété *densiflorum* ne présentent pas trace de tel phénomène ; d'autre part, M. Reynier a bien voulu, à ma demande, rechercher s'il n'y aurait pas concomittance entre l'existence de la forme aberrante et quelque propriété spéciale du sol, telle qu'une sécheresse particulièrement accentuée ; mon confrère n'a pu constater aucune cause de cette nature, qui était d'aileurs assez invraisemblable en raison de l'existence des individus mixtes.

---

(1) L'échantillon normal et les deux individus d'*A. densiflorum* représentés proviennent de la même localité ; mais il y a lieu de faire remarquer que la forme des feuilles est assez variable dans le type ; leur largeur est souvent sensiblement plus grande que sur l'échantillon photographié.

Mais par contre, il était possible de mettre en évidence, sur presque toutes les plantes anormales examinées, l'existence d'individus plus ou moins nombreux d'une espèce constante d'*Aphis*, ou tout au moins des traces de mues de ces hémiptères, qui faisaient par contre défaut sur les échantillons normaux; je suis donc amené à voir dans ces parasites la cause de la production de l'anomalie; la variété *densiflorum* de l'*Alyssum maritimum* apparaît, ainsi que la variété *ononidea* du *Medicago minima*, comme une forme pathologique rentrant dans la catégorie de cécidies que Küster (1) désigne sous le nom d'*organoïdes.*

A l'automne 1912, un nouvel envoi de M. Reynier me mit en présence d'échantillons semblables aux précédents et d'autres un peu différents; ces derniers sont représentés par la Planche 4; les touffes sont encore plus compactes et dans certains on n'arrive plus à observer que des traces de fleurs ou même celles-ci font absolument défaut; on retrouve d'ailleurs (Pl. 4, fig. 4), là aussi, des individus dont une partie échappe à la transformation et présente les caractères normaux de l'espèce; ajoutons que toutes les transitions existent entre cette nouvelle transformation, plus profonde que celle qui avait déjà été signalée par M. Reynier, et les premiers échantillons (Pl. 3, fig. 1 et 2) rapportés à la variété *densiflorum*, comme toutes les transitions existent entre ceux-ci et l'espèce type.

Ces nouveaux individus possédaient encore sur leurs rameaux l'*Aphis* qui avait attiré précédemment mon attention, mais il y existait d'autre part très constamment un Acarien et la question se posait de savoir si ce n'était pas à lui qu'il fallait rapporter cette transformation. Je ne pouvais mieux faire pour la détermination de cet Acarien que de m'adresser à M. Neumann qui très obligeamment me répondit qu'il s'agissait du *Zercon bicornis* qui, comme toutes les espèces du genre, vit sur les mousses ou les feuilles putréfiées et n'est jamais un agent de transformation analogue à celle qui nous occupe: l'Acarien qui se trouve dans les touffes épaisses de l'*A. maritimum* y existe donc par suite de l'humidité relativement grande qui s'y trouve réalisée et il ne reste pour expliquer la transformation de l'*A. maritimum* en *A. densiflorum* que l'*Aphis* que j'ai signalé plus haut et qui existait d'ailleurs seul sur les premiers échantillons; la preuve de la nature pathologique de l'*A. densiflorum* est donc faite avec autant de sécurité qu'il peut en résulter de l'emploi de la méthode des concomittances; elle gagnerait évidemment en force à être confirmée par des infections expérimentales, mais il est bon de remarquer que la déformation considérée rentre très nettement dans l'ordre de celle que nous sommes habitués à voir apparaître sous l'action de différentes espèces d'*Aphis*.

---

(1) Küster. — *Die Gallen der Pflanzen.* Leipzig, 1911.

J'ai reproduit en dernier lieu, par la photographie, un échantillon d'*A. maritimum* assez différent des précédents et qui représente une modification beaucoup plus rare; il s'agit (Pl. 3, fig. 3) de rameaux assez longs, à peu près normaux à leur base, mais présentant vers leurs extrémités des fleurs anormales; celles-ci possèdent des pétales plus ou moins teintés de vert et les ovaires apparaissent virescents à divers degrés; là encore on rencontre le même *Aphis*; il est très vraisemblable qu'il s'agit d'une transformation opérée par ce parasite, mais que l'action de celui-ci s'est opérée à un stade différent du développement de l'*Alyssum*, un stade postérieur à celui où elle a lieu d'ordinaire, comme les échantillons de la Planche 4 doivent correspondre à une attaque plus précoce au contraire que ceux que nous avons considérés comme représentant le mieux la variété *densiflorum*.

Je n'ai pas cru inutile de signaler à nouveau les faits relatifs à la variété *Alyssum densiflorum*, sur lesquels M. Reynier a le mérite d'avoir attiré l'attention, parce qu'ils correspondent à une cause d'erreur possible dans deux ordres de recherches; tout d'abord il est bien évident que des individus pathologiques, à caractères non héréditaires, ne peuvent figurer à aucun titre dans la systématique normale; et l'histoire de la science à cet égard nous donne à penser qu'en raison d'une tendance au morcellement des espèces linnéennes, beaucoup de variétés ou de formes doivent se rapporter à des cas tératologiques ou pathologiques; il n'est pas sans intérêt de les faire disparaître du cadre de la classification, lorsque la cause de leurs caractères spéciaux est reconnue; si on songe que l'*Euphorbia Cyparissias* attaqué par l'*Uromyces Pisi* a été considérée comme une véritable espèce, quoi de surprenant qu'une erreur analogue et plus facile à commettre se reproduise quand il s'agit de formes résultant de l'action de parasites tels que les *Acariens* et les *Aphis*, qui sont peu visibles et qui de plus ont souvent disparu de la plante lorsque la transformation dont ils sont les agents est le plus facilement apparente. D'autre part, la possibilité de phénomènes de parasitisme doit toujours être présente à l'esprit dans les recherches relatives aux variations; les discussions récentes relatives à l'*Œnothera nanella*, constamment envahi par des bactéries (1), en fournissent un exemple particulièrement instructif.

---

(1) H. Zeijlstra. — *On the cause of dimorphism in* Œnothera nanella. *Proc. Kön. Akad. Wet. Amsterdam*, 1910-11, **13**, 680.

EXPLICATION DES PLANCHES

(Tous les échantillons représentés ont subi une réduction de moitié)

Planche 2

Alyssum maritimum Lmk type.

Planche 3

Fig. 1 et *2*. — *A. maritimum* var. *densiflorum* Lnge.
Fig. 3. — Rameau d'*A. maritimum* à fleurs virescentes.

Planche 4

Fig. 1-4. — Echantillons d'*A. densiflorum* Lange à rameaux particulièrement compacts.
Fig. 4. — Echantillon présentant un rameau florifère non transformé.

ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION DE L'ÉVOLUTION ET DU RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES MITOCHONDRIES

d'après les travaux récents de cytologie végétale

Par M. A. GUILLIERMOND

(*Fin*)

D) **Comparaison entre le fonctionnement des plastes de Schimper et le fonctionnement des mitochondries dans la cellule animale.** — Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux qui ont été obtenus en cytologie animale. Il est facile de se rendre compte que les processus de sécrétion au sein des mitochondries décrits par Regaud et un grand nombre d'auteurs sont parfaitement superposables à ceux que nous venons de décrire chez les végétaux, et nos recherches apportent une grande clarté dans ces phénomènes restés jusqu'à ce jour encore un peu hypothétiques. Nous ne voulons pas ici les passer en revue, de crainte d'allonger inutilement cet article. Bornons-nous à citer quelques exemples choisis parmi les plus caractéristiques et ceux qui se rapprochent le plus de ce qui a été constaté dans la cellule végétale. Une observation de Dubreuil sur l'élaboration des graisses dans les cellules adipeuses du tissu conjonctif va nous offrir un exemple absolument comparable à celui de la formation de l'amidon ou des corpuscules métachromatiques chez les végétaux (fig. 8). Les vacuoles graisseuses se forment, d'après cet auteur, directement aux dépens de mitochondries granuleuses ou de chondriocontes. Dans le premier cas, les mitochondries forment en leur centre une vésicule occupée par de la graisse (A). Dans le second cas, les chondriocontes produisent en leur milieu ou à l'une de leurs extrémités une vésicule analogue (B et C). La vésicule, qu'elle ait été formée dans une mitochondrie granuleuse ou dans un chondrioconte, grossit peu à peu par suite de la croissance du globule de graisse qui l'occupe, tandis que son écorce mitochondriale s'amincit progressivement et finit par disparaître. A ce moment la vésicule est transformée en grosse vacuole de graisse.

D'autres observations de Policard et de Mulon vont nous montrer des exemples de formation de pigments au sein des mitochondries tout à fait analogues à ce qu'on observe chez les végétaux. C'est ainsi que, d'après Policard, les cristaux d'hémoglobine de la cellule hépatique sont élaborés au sein de chondriocontes qui augmentent de volume et prennent la forme de fuseaux. Dans le centre se forment de longues aiguilles d'hémoglobine. Quand le cristal est bien constitué, l'écorce mitochondriale n'est plus visible, mais le cristal a encore la forme flexueuse de son élément générateur, le chondrioconte. Des phénomènes semblables sont décrits par Mulon pour la formation du pigment des cellules de la surrénale de certains animaux. Ici, le pigment se forme de manière diverse : tantôt il apparaît en grains qui représentent des mitochondries à peine modifiées, tantôt il apparaît dans des plastes, de formes variables, beaucoup plus gros, au centre desquels s'élabore une substance pigmentaire amorphe ou de véritables cristaux lamellaires. Ce sont là des phénomènes tout à fait comparables à ceux que nous avons décrits pour la formation des cristallites de carotine.

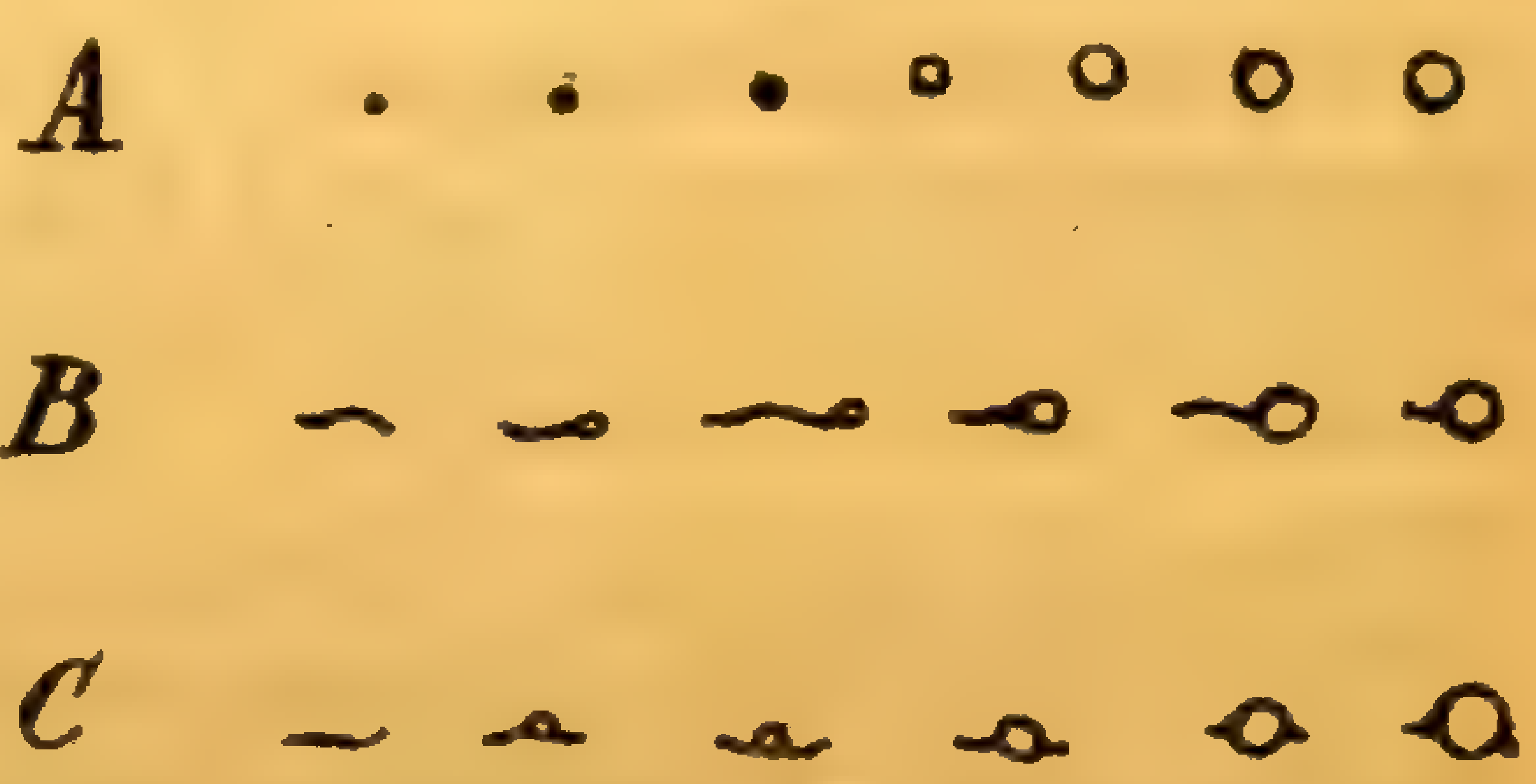


Fig. 8. — *Différents stades de la formation d'un globule graisseux au sein d'une mitochondrie dans les cellules adipeuses.* — A, au sein d'une mitochondrie granuleuse. — B, à l'extrémité d'un chondrioconte. — C, au milieu d'un chondrioconte (d'après Dubreuil).

Tout ceci montre l'homologie complète qui existe dans l'évolution des mitochondries entre les cellules végétales et les cellules animales. Seulement, chez les animaux, il semble que les mitochondries forment le plus souvent directement le produit élaboré et que les plastes, lorsqu'ils existent, n'acquièrent jamais la haute différenciation qu'ils prennent chez les végétaux. Aussi les phénomènes sont-ils beaucoup plus difficiles à mettre en évidence et la démonstration reste toujours un peu hypothétique, tandis que chez les végétaux ils sont beaucoup plus démonstratifs.

Dès lors, en présence de la concordance de ces résultats, il est bien difficile d'admettre comme le font encore certains auteurs, tels que Pensa, que les mitochondries des cellules végétales ne sont pas assimilables aux mitochondries des cellules animales. Et cependant cette objection nous a été faite tout dernièrement au Congrès de Lausanne (*Association des Anatomistes*) par le professeur Giusseppe Levi (partisan convaincu du rôle exclusif des mitochondries dans l'hérédité), à qui nous montrions des préparations très démonstratives. Mais alors, comment séparer des organites qui présentent dans les deux règnes les mêmes formes caractéristiques, les mêmes réactions chimiques, la même évolution ? En vertu de quelle coïncidence bizarre, la formation des pigments, observée en cytologie animale par de nombreux auteurs qui ignoraient complètement l'existence des plastes végétaux (puisqu'ils n'ont pas songé à les en rapprocher) se trouve-t-elle correspondre à des résultats que les recherches plus démonstratives de cytologie végétale vérifient complètement. Et puis, comment admettre que les pigments les plus divers sont toujours chez les végétaux le produit de l'activité de plastes affectant la forme de mitochondries, alors que chez les animaux, les pigments naîtraient sans le concours de mitochondries ? Avec de pareilles idées, on pourrait tout aussi bien admettre que le noyau des cellules végétales n'est pas assimilable à celui des cellules animales. Ce sont là des arguments quelque peu tendentieux invoqués contre des faits positifs en faveur d'une théorie obscure et entièrement hypothétique. Il serait d'ailleurs superflu de les discuter plus longtemps.

E) **Théorie de Schimper et idées actuelles.** — Peut-on maintenant concilier les résultats obtenus sur l'origine des plastes avec la doctrine de Schimper et A. Meyer? En quoi se trouve modifiée cette doctrine en face de faits nouveaux que nous venons de décrire? C'est une question que nous voudrions examiner ici.

Pensa qui n'est pas botaniste n'a pas envisagé la question. Il tend d'ailleurs sous l'influence de certains cytologistes italiens à admettre que les mitochondries des cellules végétales ne sont point identifiables aux mitochondries des cellules animales qui, elles, n'auraient pas le rôle élaborateur qu'on leur attribue généralement.

Rudolph cherche à concilier les faits nouveaux avec les idées de Schimper et Meyer par une théorie des plus étranges (1). Cet auteur

---

(1) Cette opinion a été reprise plus récemment et d'une manière plus affirmative encore par Sapehin et Scherrer. Sapehin ayant suivi l'évolution des chloroplastes dans diverses Muscinées (*Funaria*, *Bryum*, *Mnium*) a constaté la présence de chloroplastes bien constitués dans l'œuf et dans les anthérozoïdes, leur multiplication par division dans l'œuf et leur transmission dans les diverses cellules de l'embryon. Comme il a pu mettre en évidence en même temps dans ces mêmes cellules, la présence de mitochondries, il conclut donc que mitochondries et chloroplastes sont des formations distinctes et que les chloroplastes ne se forment que par division de chloroplastes préexistants. Sapehin se croit autorisé à généraliser cette conception aux Phanérogames et il admet que l'origine mitochondriale des plastes soutenue récemment n'est qu'une *hypothèse* sans fondement. Il suppose que dans les méristèmes, il doit exister à la fois 1° de jeunes et très petits chloroplastes en voie de division, c'est-à-dire en haltères, ressemblant par leur dimension et leur coloration aux mitochondries et 2° de véritables mitochondries; mais que ces deux formations sont distinctes et ont une évolution différente.

Il faut convenir que c'est traiter d'une manière bien superficielle les résultats de Pensa, Lewitsky, Forenbacher et les nôtres, poursuivis cependant pendant trois ans avec toute la précision désirable.

Sans vouloir revenir ici sur des faits que nous avons démontrés d'une manière indiscutable, nous nous bornerons à répondre à l'auteur par ces quelques objections :

1° Dans les parties les plus jeunes des méristèmes, il est facile de constater l'absence de toute formation ressemblant à des plastes différenciés.

2° Dans les parties plus âgées des mêmes méristèmes, on observe au contraire tous les stades de transition entre les mitochondries et les plastes entièrement formés.

3° Nous avons montré que les pétales de la fleur d'*Iris germanica* constituent un précieux objet pour l'étude vitale de chondriome et de son évolution en leucoplastes et en chromoplastes. On peut y constater par le simple examen d'une partie de l'épiderme, dans l'eau, toutes les formes de passage entre les chondriocontes et les chromoplastes ou les leucoplastes.

4° Dans beaucoup de cas, il n'y a pas de différenciation des mitochondries en amyloplastes et l'amidon est élaboré directement au sein des mitochondries. Or, sa présence peut être mise en évidence par l'iode dans l'intérieur des mitochondries.

Ces quelques faits suffisent à ruiner la théorie de Sapehin.

Nous ne contesterons pas cependant les résultats obtenus par cet auteur dans les Muscinées, car les figures qu'il représente nous paraissent très démonstratives. Mais rien ne prouve que les chloroplastes des Muscinées aient la même évolution que ceux des Phanérogames. Les chloroplastes ne sont, à notre avis, que des formations mitochondriales : dans les Phanérogames, il y a deux sortes de mitochondries, les unes chargées d'élaborer la chlorophylle et les autres attachées à d'autres fonctions; mais il est possible que dans les Muscinées, contrairement à ce qu'on observe chez les Phanérogames, ces deux catégories de mitochondries ne dérivent pas l'une de l'autre, et évoluent séparément, en se multipliant chacune de leur côté, formant ainsi chacune deux lignées ininterrompues et distinctes.

Pendant l'impression de cet article, un mémoire de Scherrer (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1913) a confirmé les observations de Sapehin dans *Anthoceros Hunoli*-

ayant remarqué que les éléments du chondriome ne participent pas tous à la formation des chloroplastes ou des amyloplastes et qu'il reste toujours un certain nombre de mitochondries dans les cellules où les chloroplastes et les amyloplastes sont parvenus à l'état adulte, pense qu'il y a lieu de distinguer dans ces éléments deux catégories d'organites distinctes : 1° de véritables mitochondries assimilables aux mitochondries des cellules animales, qui persistent après la formation des chloroplastes et dont le rôle reste inconnu; 2° des éléments ressemblant par leur coloration et leur aspect à des mitochondries, mais qui n'en sont pas et représentent seulement de jeunes chloroplastes ou de jeunes amyloplastes. Cette théorie permettrait de maintenir dans son intégrité la doctrine de Schimper.

Quant à Lewitsky et Forenbacher, frappés par la nouveauté de leur découverte, bien qu'ils n'aient pas exprimé nettement leur pensée, ils semblent disposés à admettre que ce résultat est en contradiction avec les vues de Schimper et de A. Meyer, relatives à l'origine des plastes.

Tel n'a jamais été notre avis.

Nous pensons au contraire que ces résultats apportent une éclatante confirmation à la conception générale de Schimper (1). Ils démontrent, en effet, avec une grande précision, grâce aux méthodes mitochondriales qui permettent de colorer électivement les mitochondries et les plastes qui en dérivent, ce que Schimper et Meyer avaient plutôt pressenti que démontré. Aussi n'est-ce pas sans un certain étonnement que nous avons vu ces résultats pris à parti par A. Meyer et ses élèves qui n'ont pas compris qu'ils étaient en parfaite entente avec leurs idées.

Nos recherches sur les mitochondries démontrent en effet que si les plastes ne résultent pas de la différenciation de leucoplastes préexistants, ils proviennent de la différenciation des mitochondries ce qui revient au même, si l'on admet avec nous que les plastes sont, en somme, assimilables aux mitochondries. Ils établissent d'autre part, que l'amidon est toujours le résultat de l'activité, soit d'amyloplastes différenciés, soit directement de mitochondries, et n'est jamais élaboré par le cytoplasme lui-même. Ce dernier cas, qui paraît très fréquent, où l'amidon se forme directement dans des mitochondries, permet d'expliquer que l'on n'ait pas pu jusqu'ici vérifier les résultats de Schimper et Meyer et constater la généralité des amyloplastes, puisque les mitochondries, toujours extrêmement petites sont difficiles à observer sur le vivant et impossibles à colorer autrement que par les méthodes mitochondriales actuelles.

---

(1) C'est pour nous un devoir de rendre hommage ici aux remarquables recherches de Schimper. On est étonné quand on songe que la plupart des résultats que nos recherches ont permis d'apporter sur les plastes végétaux, grâce aux techniques très précises que nous possédons actuellement ne sont en somme que la vérification des idées théoriques et des faits constatés ou pressentis par lui.

Quant à l'origine des plastes, nous avons dit déjà que Schimper, pas plus que Meyer, ne l'ont beaucoup précisée. Schimper se borne à décrire dans l'œuf et les cellules des méristèmes des leucoplastes, toujours très petits, peu visibles sur le frais, difficiles et parfois impossibles à colorer, qui en grossissant, deviennent des chloro-chromo- et amyloplastes. Schimper n'a d'ailleurs donné que très peu de figures des leucoplastes de l'œuf et des cellules des méristèmes et on parvient difficilement d'après ces quelques figures à se faire une idée bien exacte de ce qu'il entend par ses leucoplastes. Les quelques figures de l'œuf et des cellules des méristèmes qui illustrent son mémoire nous montrent les leucoplastes sous forme de petits grains sphériques, à peu près de la dimension des mitochondries, ou de formes en haltères qu'il considère comme des leucoplastes en voie de division et que nous croyons plutôt correspondre à des stades de formation de plastes (fig. 9). Quant à Meyer, sa démonstration est encore plus vague et il ne donne que des figures de plastes déjà assez différenciés. Il suffit, d'ailleurs, de lire les mémoires de Schimper et de A. Meyer pour se convaincre que ces auteurs ne semblent pas avoir observé ces éléments avec beaucoup de précision et que les raisons qu'ils invoquent pour soutenir leur opinion de la permanence des plastes ne sont pas très probantes. D'ailleurs, dans beaucoup de cas, ils ne parviennent pas à les mettre en évidence et sont obligés d'admettre que la petitesse de ces éléments et la densité du cytoplasme ne permet pas de les distinguer. Aussi, leur opinion semble-t-elle surtout fondée sur les faits observés antérieurement chez les Algues par Schmidt et dont nous parlerons plus loin. Voici d'ailleurs en propre terme, la conclusion de Schimper : « Je dois avouer que toute la force de mes résultats obtenus avec beaucoup de peine chez les plantes supérieures repose en grande partie sur l'analogie complète qu'ils montrent avec ce qui a été constaté chez les

Algues où les processus sont plus faciles à observer.... C'est seulement en m'appuyant sur l'étude des Algues que je peux affirmer avec certitude que la formation des chloroplastes s'effectue seulement par division ».

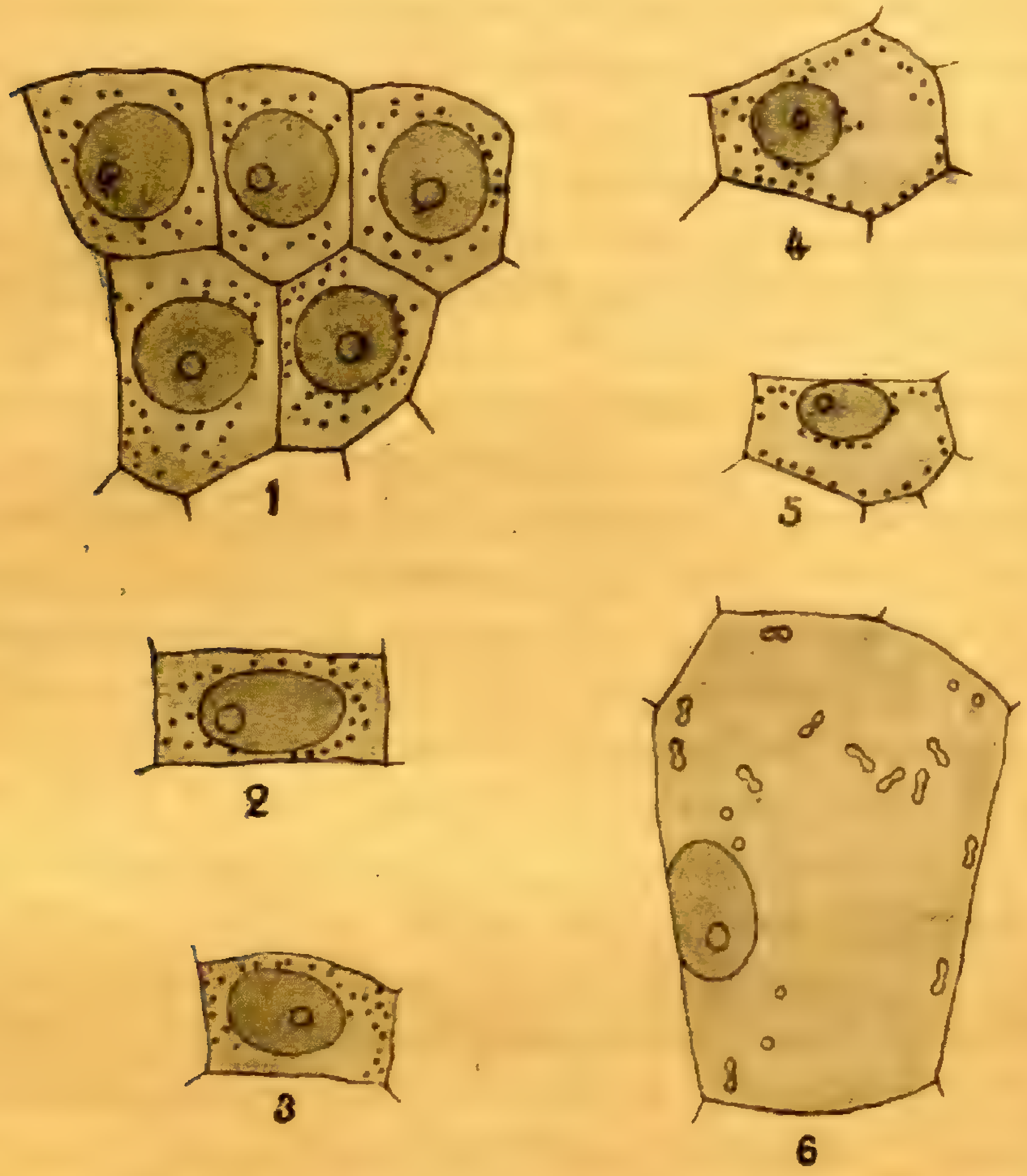


Fig. 9 — *Diverses figures de la formation des chloroplastes d'après W. Schimper.* 1 à 5, cellules du méristème d'une jeune tige de *Tradescantia albiflorus* avec petits leucoplastes; 6, jeune cellule parenchymateuse résultant de la différenciation du méristème avec jeunes chloroplastes en voie de division.

Dès lors, il semble donc que les éléments que Schimper et A. Meyer considèrent comme de petits leucoplastes ne sont pas autre chose que les mitochondries actuelles que ces auteurs n'ont pu observer que très imparfaitement, dont ils n'ont pas pu se rendre compte de l'importance dans la cellule, et dont ils n'ont pu observer ni les formes caractéristiques, ni les détails de leurs processus de transformation en plastes.

III. — UNIVERSALITÉ DES MITOCHONDRIES ET GÉNÉRALITÉ DE LEUR RÔLE

A) **Généralités des mitochondries dans la cellule végétale.** — Mais si nos recherches confirment les vues de Schimper, elles les élargissent singulièrement et démontrent que les plastes ont une importance et une généralité infiniment plus grandes que ne leur attribuaient Schimper et Meyer. Ce ne sont plus des organites spéciaux aux végétaux chlorophylliens et affectés à l'élaboration de l'amidon et de certains pigments, comme l'admettaient Schimper et Meyer. Ce sont des mitochondries, c'est-à-dire des organites constituants de la cellule, au même titre que le noyau, cômmuns aux cellules végétales et animales et jouant un rôle d'une importance capitale dans la plupart des sécrétions et peut être même des édifications cellulaires. La cytologie animale nous apprend en effet qu'elles élaborent la plupart des produits de sécrétion de la cellule et semblent même participer à l'édification des fibrilles musculaires et nerveuses. Leur présence chez les végétaux est d'ailleurs générale et nos recherches ainsi que les recherches postérieures de Rudolph, Janssens, Van de Putte et Helschmortel ont démontré récemment leur existence constante dans les cellules des Champignons (Levures, Endomycétées, Ascomycètes supérieurs, Basidiomycètes, Enthomophthorées, où de pareilles formations étaient restées jusqu'ici insoupçonnées (fig. 10).

On les trouve dans les cellules les plus diverses : articles du mycélium, asques, cellules de l'hyménium des Basidiomycètes, cellules pseudoparenchymateuses du périthèce des Ascomycètes, conidies, oïdies, levures, ascospores.

Nous verrons plus loin que les mitochondries ont été mises en évidence également chez les Algues.

B) **Généralité du rôle des mitochondries dans les végétaux.**— De même dans la cellule végétale, le rôle des mitochondries ne se borne pas à l'élaboration de l'amidon et des pigments, il est très général.

a). — *Formation de l'anthocyane et des composés phénoliques dans les mitochondries.* — C'est ainsi que nos recherches les plus récentes ont montré que dans les Phanérogames, les composés phénoliques incolores et les pigments anthocyaniques qui se trouvent localisés dans les vacuoles de beaucoup de cellules et qu'on croyait jusqu'ici naître dans ces vacuoles, sont aussi le produit de l'activité des mitochondries.

Les très jeunes feuilles de Rosier et de Noyer sont très instructives à ce point de vue. Une coupe longitudinale d'un bourgeon en voie d'éclosion d'une de ces plantes permet de suivre tous les stades de la formation des composés phénoliques et du pigment anthocyanique (qui est un composé phénolique) au sein des mitochondries. L'anthocyane est localisée dans les cellules épidermiques, tandis que les composés phénoliques incolores sont renfermés dans des cellules spéciales du parenchyme; on en trouve aussi dans les poils sécréteurs de la feuille de Noyer. Ces deux formations naissent par un

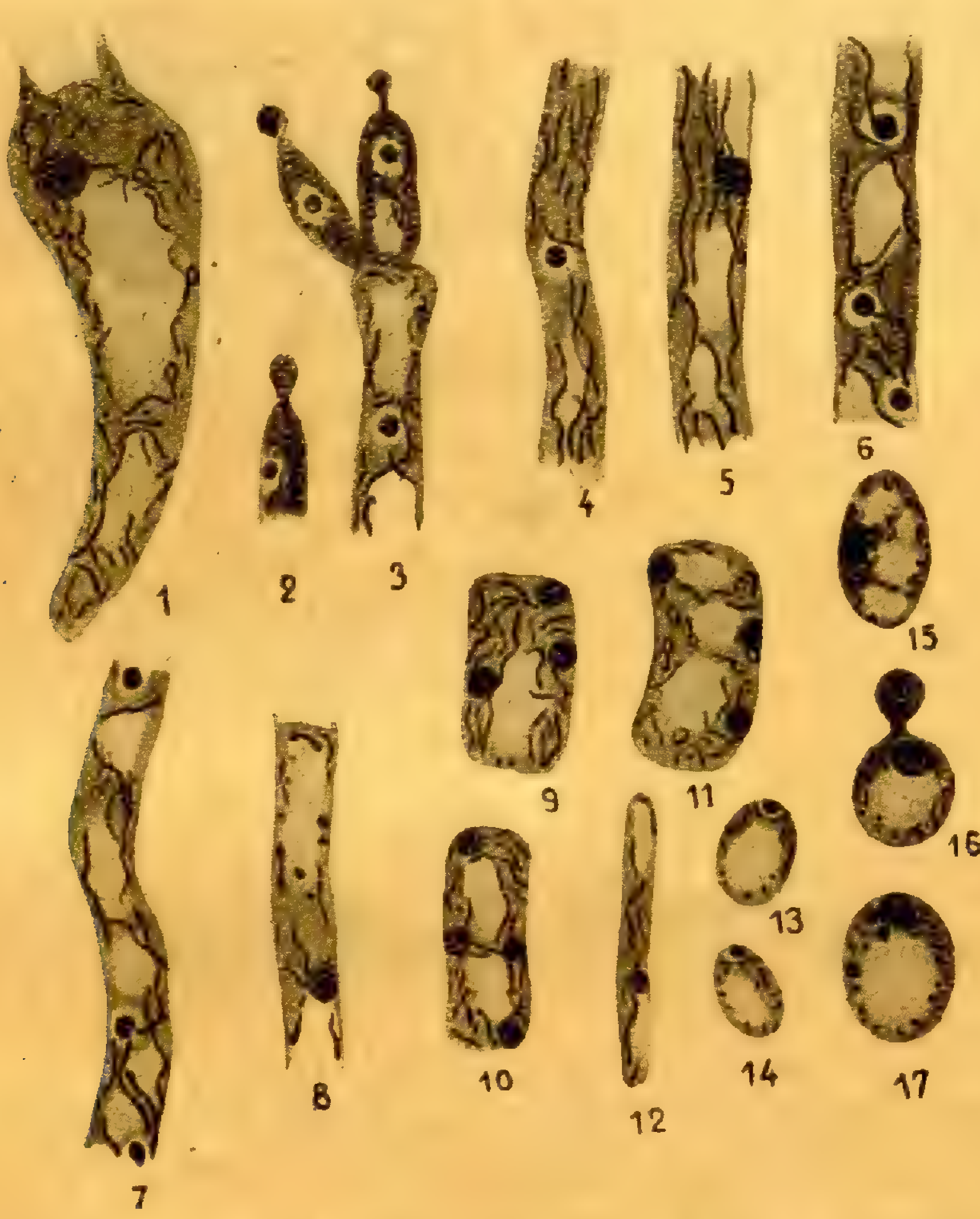


Fig. 10. — *Chondriome des Champignons.* — 1, Baside d'un Basidiomycète (Agaricinée); 2 et 3, Conidiophores de *Penicillium glaucum*; 4 à 7, Fragments de filaments de *Penicillium glaucum*; 8, Fragment de filament d'*Endomyces fibuliger*; 9 à 11, Oïdies d'*Endomyces Magnusii*; 13 et 14, Levures d'*Endomyces albicans*; 16 et 17, *Saccharomyces cerevisiæ* (Grossiss. 1.500).

processus identique. Les chondriocontes, qui constituent le chondriome dans les cellules les plus jeunes, s'assemblent pour la plupart autour du noyau ; puis ils s'épaississent par suite de l'élaboration dans leur intérieur d'une substance qui, avec les méthodes mitochondriales, apparaît fixée et colorée en jaune, grâce à l'action du bichromate de potassium, qui, comme on le sait, précipite les composés phénoliques et leur donne une coloration jaunâtre (fig. 11). A ce moment, les chondriocontes se montrent donc constitués d'un composé phénolique occupant leur axe et d'une écorce mitochondriale. Bientôt, ils forment des renflements à leurs extrémités et prennent l'aspect d'haltères. Les deux renflements de chaque haltère ne tardent pas à se séparer par rupture de la partie effilée du chondrioconte et s'isolent dans le cytoplasme sous forme de vésicules formées d'une boule de composés phénoliques entourée par une mince écorce mitochondriale. La boule de composés phénoliques augmente peu à peu de volume, tandis que son écorce devient de plus en plus mince, puis disparaît. Lorsque la boule de composés phénoliques a achevé sa croissance, elle se déverse dans la vacuole et ne tarde pas à se dissoudre dans le suc vacuolaire, qui apparaît alors avec un contenu jaune granuleux, qui résulte de la précipitation du composé phénolique sous l'influence du bichromate de potassium.

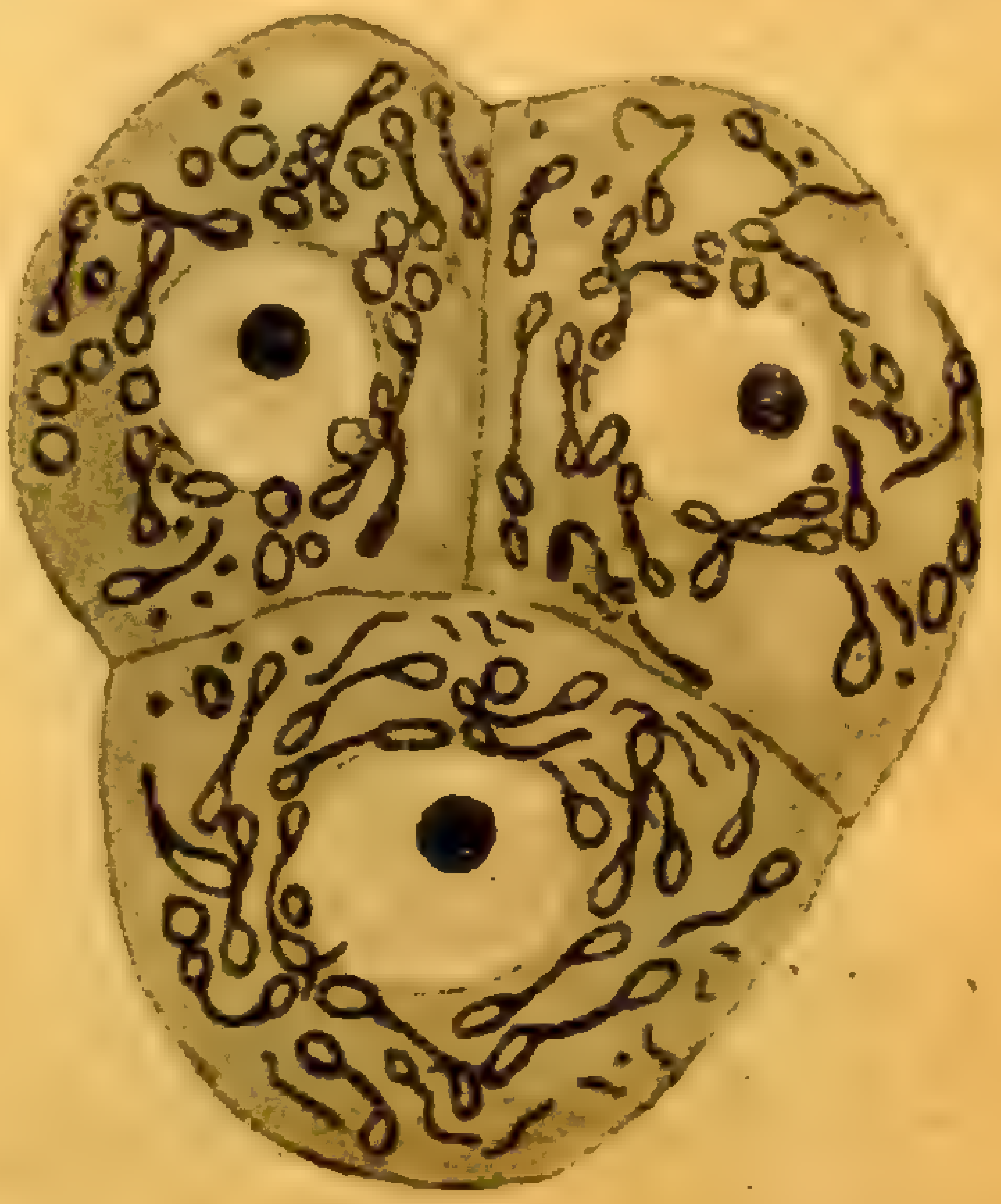


Fig. 11. — *Formation d'un composé phénolique incolore dans un jeune poil sécréteur de feuille de Noyer.* Le produit apparaît au sein des chondriocontes sous forme de vésicules colorées en jaune par le bichromate de potassium, ici incolores (Gross. 1500).

Les jeunes feuilles de Rosier permettent d'observer sur le vivant avec une admirable netteté tous les processus de formation du pigment anthocyanique. On y voit d'abord les chondriocontes s'imprégner de pigment, puis se transformer en haltères dont les têtes se séparent, grossissent, puis s'introduisent dans la vacuole où le pigment se dissout et donne à la vacuole une couleur rouge diffuse.

b) *Formation des corpuscules métachromatiques des Champignons dans les mitochondries.* — De même dans les Champignons, nos observations sur l'évolution du chondriome dans le périthèce de *Pustularia vesiculosa* et de *Peziza leucomelas* nous ont permis de constater que les mitochondries participent ici aussi à l'élaboration des produits de réserve.

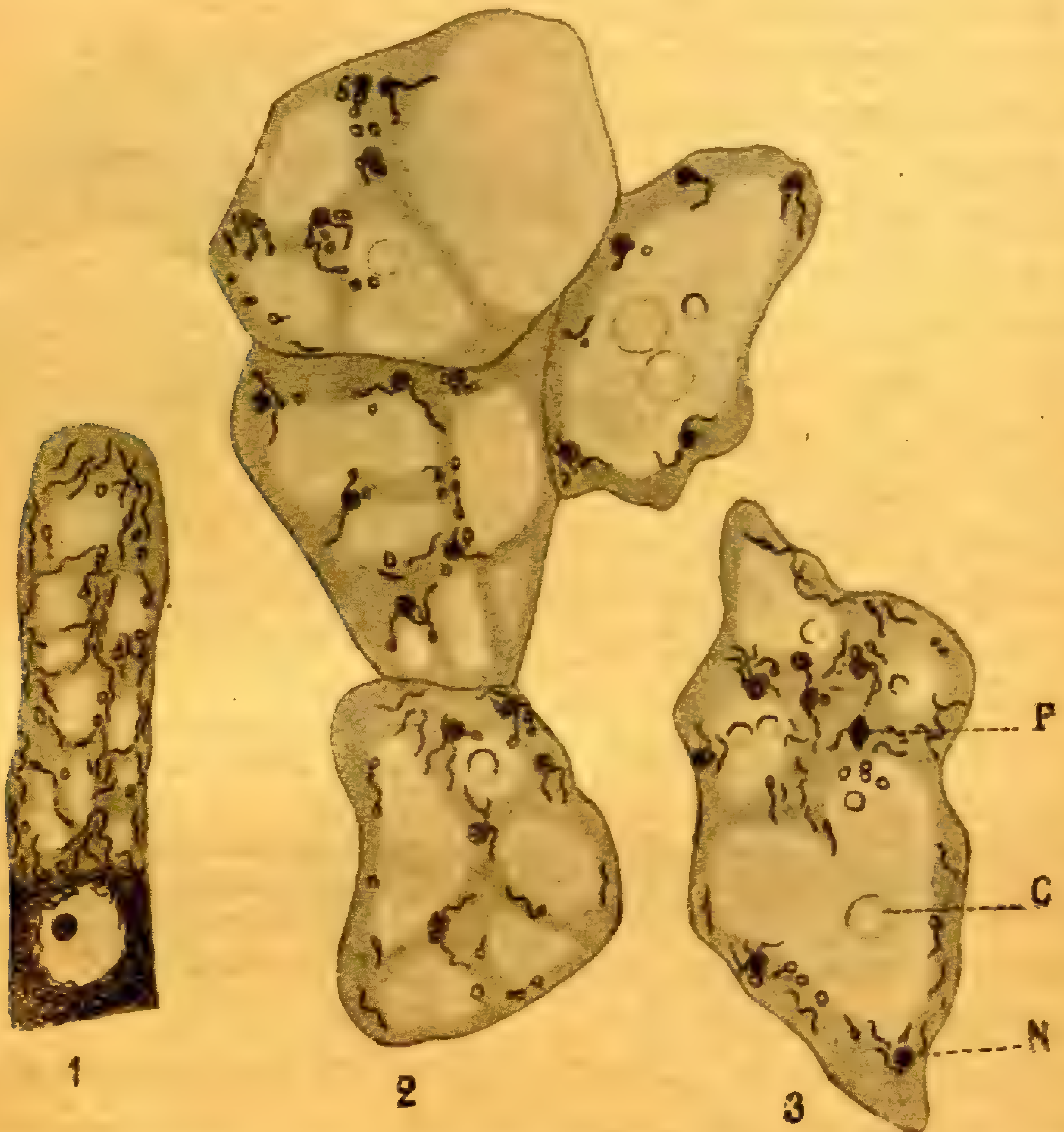


Fig. 12. — *Formation des corpuscules métachromatiques au sein des chondriocontes dans Pustularia vesiculosa.* — 1, jeune asque; 2 à 3, cellules du pseudoparenchyme. Les chondriocontes forment sur leur trajet de petites vésicules occupées par un corpuscule métachromatique. Ces vésicules se séparent du chondrioconte, émigrent dans les vacuoles et continuent à s'accroître, tandis que leur écorce mitochondriale s'amincit peu à peu. N, noyau; C, corpuscule métachromatique; P, cristalloïde de protéine (Gross. 1100).

Dans *Pust. vesiculosa*, les jeunes asques renferment un chondriome constitué par de nombreux chondriocontes agglomérés et enchevêtrés autour du noyau. A mesure que l'asque augmente de volume, les chondriocontes se répartissent dans tout le cytoplasme, tout en restant surtout localisés autour du noyau et produisent sur leur trajet de petites vésicules de sécrétion analogues à celles qui forment l'amidon dans diverses plantules, mais plus petites (fig. 12, 1). Comme à ce moment l'asque élabore ses produits de réserve qui sont des corpuscules métachromatiques, des graisses et du glycogène, on peut donc admettre que ces divers produits sont élaborés dans ces vésicules.

L'étude des cellules pseudoparenchymateuses du périthèce où il ne se forme que des corpuscules métachromatiques nous a effectivement permis de démontrer que ces corps apparaissent dans les vésicules des chondriocontes (fig. 11, 2 et 3). Les chondriocontes forment en effet, soit à l'une de leurs extrémités, soit à leurs deux extrémités, soit à leur milieu, soit enfin sur plusieurs points de leur trajet, de petites vésicules de sécrétion dans lesquels l'emploi du bleu de crésyl après coloration par les méthodes mitochondriales permet d'obtenir la coloration rouge violacée caractéristique des corpuscules métachromatiques qui montre qu'elles sont occupées par un corpuscule métachromatique. Ces vésicules se détachent bientôt des chondriocontes qui les ont formées et émigrent dans les vacuoles. Là, les corpuscules métachromatiques toujours enveloppés d'une écorce mitochondriale continuent leur croissance grâce à cette écorce, qui devient de plus en plus mince, à mesure que le corpuscule grossit, et finit par disparaître lorsque le corpuscule métachromatique a achevé sa croissance.

Nos recherches sur le chondriome de *P. leucomelas*, nous ont permis également de démontrer que les corps décrits dans divers Champignons par Dangeard sous le nom de *cœnosphères* (grains basophiles de Maire) ont aussi une origine mitochondriale. On voit par l'énumération de ces observations très récentes, puisqu'elles datent de ces trois dernières années, la multiplicité du rôle des mitochondries dans les cellules végétales. Il est permis de penser que ces recherches qui ne sont qu'à leur début permettront de constater que ce rôle est encore beaucoup plus général qu'il n'apparaît jusqu'ici (1).

---

(1) Déjà, les observations toutes récentes de Dop sur la cytologie des suçoirs micropylaires de l'albumen de *Veronica persica*, laissent prévoir que les mitochondries contribueraient à la formation des cloisons cellulaires. De même les recherches également récentes de Nicolosi-Roncati sur les cellules glanduleuses de *Pinguicula herliflora* sembleraient indiquer que les mitochondries jouent un rôle dans les processus sécrétoires de ces cellules.

Enfin dans un Mémoire tout récent paru pendant l'impression de cet article, Lewitsky a démontré que les « *grains jaunes* » décrits par Stevens dans les Péronosporées sont le produit de l'activité des mitochondries.

IV. — ORIGINE DES MITOCHONDRIES

A) **Relations entre les mitochondries et le noyau.** — Il nous reste maintenant à examiner la question de l'origine des mitochondries. Les mitochondries peuvent-elles se former de novo dans le cytoplasme, comme le pensent certains auteurs, ou résultent-elles seulement de la division de mitochondries préexistantes, comme l'admettent la plupart et comme l'ont soutenu Schimper et A. Meyer pour leurs leucoplastes ?

Nous avons dit que l'opinion de Goldschmidt, qui dans la cellule animale assimilait les mitochondries à des chromidies d'origine nucléaire, est à peu près abandonnée. Elle a été reprise cependant dernièrement par Nicolosi-Roncati. Nos recherches démontrent qu'elle ne repose sur aucun fondement et permettent en outre d'expliquer l'erreur d'interprétation de Goldschmidt et de Nicolosi-Roncati. Elles montrent en effet très clairement que dans tous les cas que nous avons observés, au moment de la sécrétion, les mitochondries, qui préalablement se trouvaient disséminées dans tout le cytoplasme, viennent toujours se placer autour du noyau en intime contact avec sa membrane ce qui a pu faire croire qu'elles dérivaient du noyau. Cette disposition des mitochondries autour du noyau pendant la sécrétion apparaît comme un fait général dans la cellule végétale. Elle a été constatée aussi bien pour l'élaboration des divers pigments, de l'amidon et des composés phénoliques dans les végétaux supérieurs que pour celle des corpuscules métachromatiques dans les Champignons. Elle explique le fait depuis longtemps constaté que les produits de sécrétion de la cellule naîssent presque toujours au voisinage du noyau. Le noyau exerce donc une influence sur l'élaboration de ces divers produits et peut-être s'opère-t-il des échanges osmotiques entre le noyau et les mitochondries, comme il s'en produit entre le cytoplasme et les mitochondries.

La disposition des plastes végétaux autour du noyau est d'ailleurs un fait depuis longtemps connu sur lequel ont insisté Hofmeister, A. Gris, Trécul, Sachs, Mikosch, Schimper, A. Meyer, Belzung et Schiller. Hofmeister, A. Gris, Trécul et Schiller avaient même prétendu que les plastes tiraient leur origine du noyau.

B) **Origine des mitochondries chez les Phanérogames et les Champignons.** — La présence générale des mitochondries dans les cellules embryonnaires a été constatée par Duesberg et Hoven et les travaux de Meves, Tischler, Nicolosi-Roncati, Lewitsky, Himmelbaur, Bonnet, les nôtres ont montré que l'assise nourricière des grains de pollen et les grains de pollen eux-mêmes renferment des mitochondries.

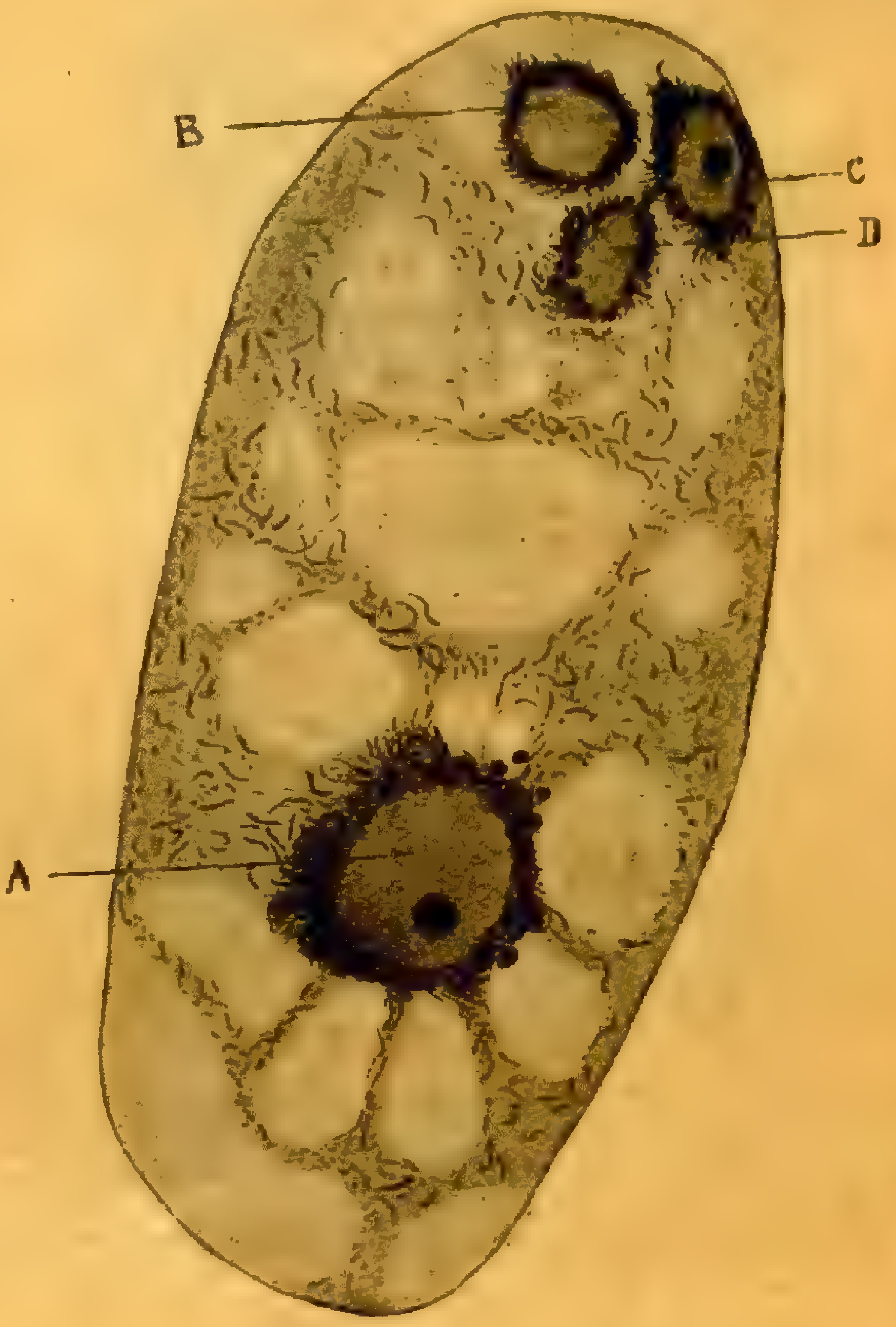


Fig. 13. — Sac embryonnaire de *Lilium candidum*. — B. C. Noyaux des synergides, D, noyau de l'oosphère; A, un des noyaux du sac embryonnaire, l'autre ainsi que les noyaux des antipodes ne sont pas représentés dans la coupe. Le chondriome est réparti dans toute la cellule et surtout autour des noyaux (Gross. 750).

Nos recherches sur l'ovule de différentes fleurs et spécialement celles de *Lilium candidum* ont démontré que les mitochondries existent en grand nombre dans toutes les cellules du nucelle, puis dans le sac embryonnaire dès le début de sa formation. Dans le sac embryonnaire, elles sont surtout localisées autour du noyau où elles forment une zone périnucléaire constituée par un enchevêtrement de chondriocontes et de mitochondries granuleuses. Au cours des mitoses du sac embryonnaire, elles se répartissent entre les noyaux qui en dérivent, c'est-à-dire autour des deux noyaux du sac, de ceux des synergides, de l'oosphère et des antipodes (fig. 13). D'autre part, nos recherches ont montré que les mitochondries se retrouvent d'une manière constante dans toutes les cellules de l'embryon, puis se transforment partiellement au moment de la germination, pendant la différenciation des tissus, en amyloplastes et chloroplastes. Les recherches ultérieures de

Orman ont confirmé l'existence du chondriome dans le sac embryonnaire de diverses plantes. Il résulte en outre des observations de Duesberg et Hoven, des nôtres, etc., que dans les cellules embryonnaires, les mitochondries se répartissent lors de la mitose entre les deux cellules-filles (fig. 14).

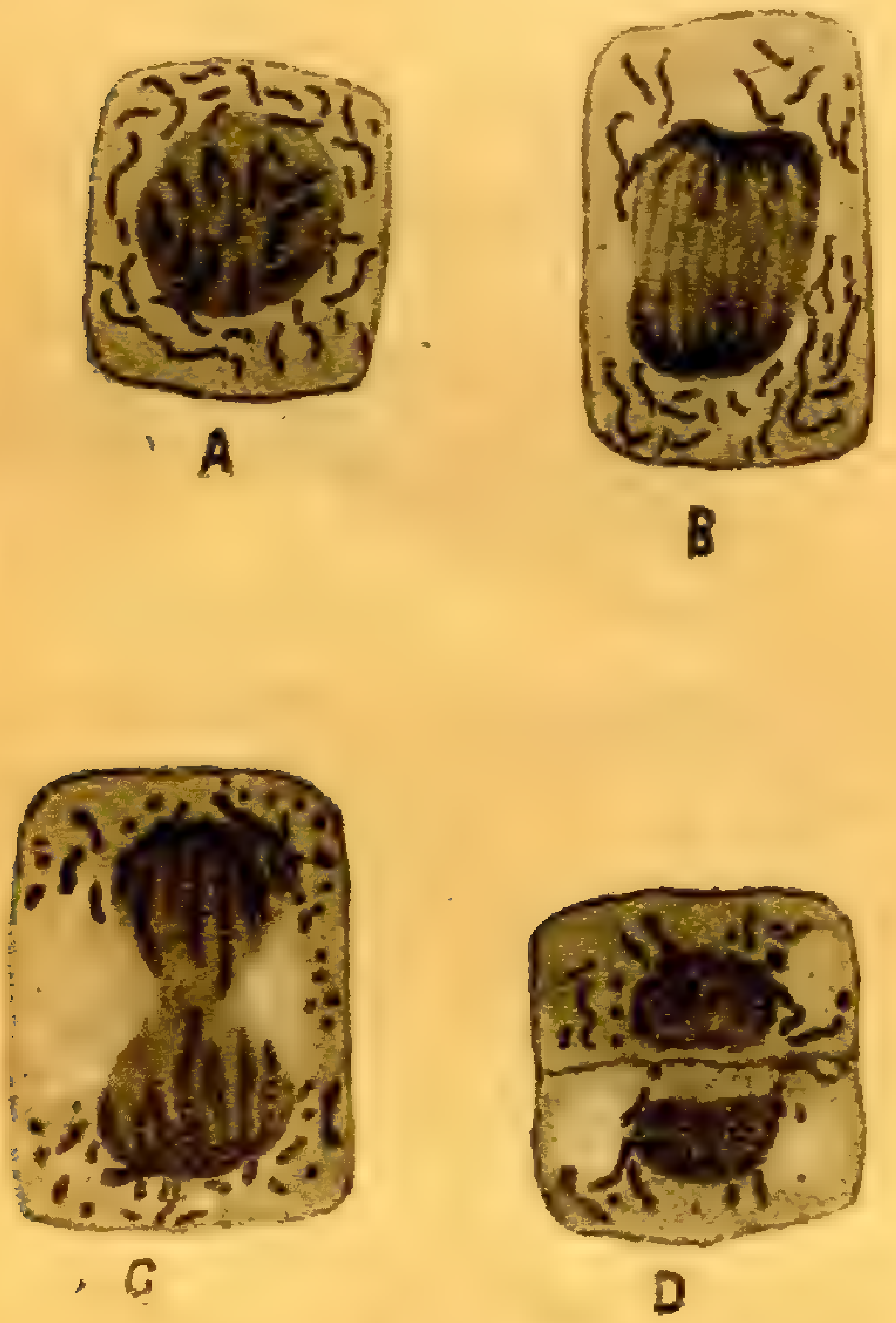


Fig. 14. — *Attitude du chondriome pendant la mitose.* — A, cellule du méristème d'une jeune feuille de la gemmule d'Orge, à la prophase; B, id., au stade anaphase. Les mitochondries se distribuent entre les deux pôles; C, id., mais ici les chondriocontes sont en voie de transformation en chloroplastes; D, id., à la télophase. Les chondriocontes sont en voie de transformation en chloroplastes (Gross. 1500).

Dans les Champignons, on a vu que les mitochondries paraissent aussi représentées dans toutes les cellules. Il est facile de constater qu'elles se transmettent de cellules en cellules : c'est ainsi que dans les appareils conidiens de *Penicillium glaucum*, on observe le passage d'une partie des éléments du chondriome dans les jeunes bourgeons destinés à former les conidies (fig. 10; 2 et 3). Pareillement dans les levures, on constate pendant le bourgeonnement l'émigration d'une partie du chondriome dans le bourgeon (fig. 10; 16).

L'étude de *Pust. vesiculosa*, nous a montré que le chondriome est représenté dans toutes les cellules du périthèce. Dans les hyphes ascogènes, il apparaît réparti au voisinage de chaque noyau qu'il coiffe sur un de ses côtés sous forme d'une petite calotte formée par l'agglomération et l'enchevêtrement de nombreux chondriocontes (fig. 15; 1). Lors de la fusion nucléaire, les deux masses mitochondriales, qui environnent les deux noyaux de la cellule-mère de l'asque formée aux dépens du crochet ascogène, se confondent en une seule, qui s'étend bientôt sur tout le pourtour du noyau (fig. 15; 2 et 3). A mesure que l'asque augmente de volume, les chondriocontes se disséminent dans tout le cytoplasme.

Enfin on retrouve un chondriome dans chacune des ascospores.

De tous ces faits, il semble donc résulter que les mitochondries, qui semblent se rencontrer dans toutes les cellules des Champignons, y compris les spores, et qui dans les Phanérogames se transmettent de la plante-mère à l'œuf, de l'œuf à l'embryon et à la plante adulte, sont des organites permanents de la cellule, qui ne peuvent se former autrement que par division de mitochondries préexistantes. Les recherches de cytologie végétale sont tout à fait d'accord sur ce point avec les recherches de cytologie animale de Meves. On sait que cet auteur a constaté, dans l'*Ascaris*, que pendant la fécondation, les mitochondries des spermatozoïdes viennent se mélanger avec celles de l'œuf. Le fait que toutes les cellules qui dérivent du développement de l'œuf renferment des mitochondries, que ces mitochondries se répartissent entre les cellules-filles pendant la mitose et que la présence du chondriome paraît universelle dans les cellules, lui font admettre que les mitochondries ne se forment que par division.

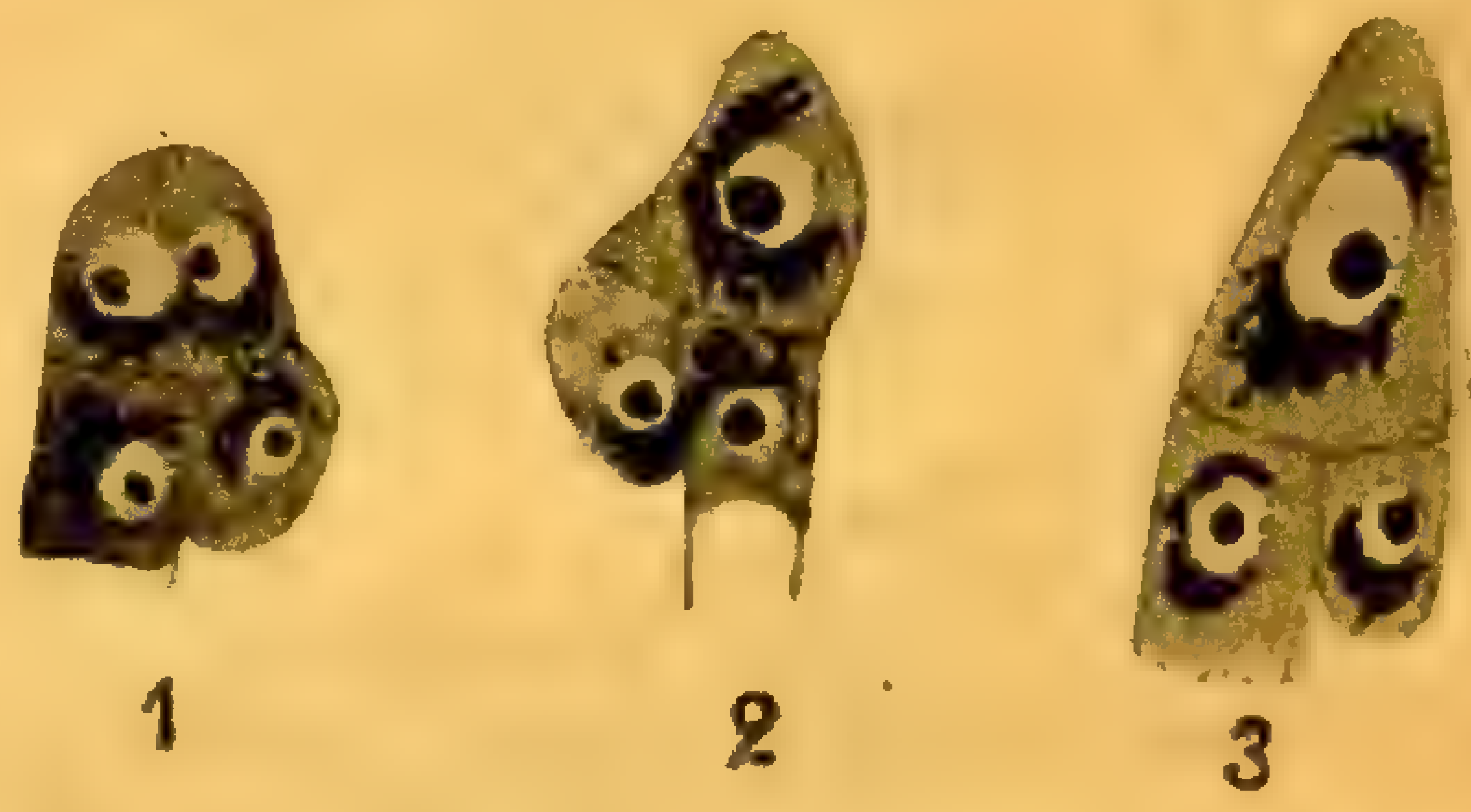


Fig. 15. — *Formation de l'asque dans Pustularia vesiculosa.* — Le chondriome est réparti en masse confuse sur un des côtés de chaque noyau (1). Lors de la fusion nucléaire, les deux masses mitochondriales se confondent en une seule (Gross. 1500).

Toutefois, nous devons convenir qu'il est bien difficile, étant donnée la petitesse des mitochondries, d'affirmer qu'il ne peut y avoir en aucun cas néoformation. La présence constante des mitochondries dans l'œuf et les cellules qui en dérivent, leur répartition entre les deux cellules-filles dans la mitose sont des arguments très sérieux, mais non absolument suffisants, car on peut toujours supposer qu'une néoformation peut exister dans certains cas et ne pas être aperçue.

C) **Origine des mitochondries chez les Algues. Caractère spécial de leur chondriome.** — Mais il y a un moyen de tourner la difficulté C'est l'étude des Algues. On sait qu'au point de vue de l'évolution de leurs plastes, les Algues se comportent de deux manières différentes : 1° les Algues les plus évoluées (Floridées, Phéophycées, et quelques

Chlorophycées), présentent des chloroplastes analogues à ceux des végétaux supérieurs. Ceux-ci n'existent pas dans l'œuf, ni dans les points végétatifs, et l'on a admis jusqu'ici sans preuve très démonstrative qu'ils résultent, comme dans les végétaux supérieurs de la différenciation des petits leucoplastes. Cette opinion vient d'être vérifiée pour les Phéophycées, par les recherches de Le Touzé et surtout de Nicolosi-Roncati (1) qui démontrent que dans ces Algues les chloroplastes sont le résultat d'une différenciation de mitochondries préexistantes. Il est bien probable qu'il en est de même pour les Floridées et peut-être aussi pour certaines Chlorophycées (Vauchériées), car les recherches de Svedelius, Lewis, Schiller et de Rudolph semblent montrer l'existence de mitochondries dans ces Algues.

2° Dans toutes les autres Algues, c'est-à-dire dans la majorité, il n'y a pas de chloroplastes comparables à ceux des végétaux supérieurs. Ces Algues ont, comme on le sait, une structure cellulaire très spéciale : elles ne renferment généralement qu'un seul chloroplaste par cellule, qui est un organe permanent de la cellule, au même titre que le noyau, qui se divise lors du partage cellulaire et se perpétue par l'œuf. Ce chloroplaste est volumineux, de structure très différenciée et occupe la majeure partie de la cellule. Sa forme est très variable selon les espèces (lame applatie, corps étoilé, ruban spiralé, réticulum). Que représente cet organe vis-à-vis des chloroplastes des végétaux supérieurs et vis-à-vis des mitochondries? C'est là précisément la question que nous nous sommes posée et qui a fait l'objet de nos dernières recherches.

Examiné après fixation et coloration pour les méthodes mitochondriale, cet organe se présente dans tous les cas où nous l'avons observé (Spirogyres, Cladophores, Mesocarpes, Desmidiées), avec une structure finement réticulée dont la trame très fine offre les caractères histo-chimiques des mitochondries. Il paraît donc constitué par de la substance mitochondriale, de même que les pyrénoïdes qui ont aussi les mêmes caractères (fig. 16). En outre, nos recherches démontrent que le rôle de cet organe est beaucoup plus général qu'on ne le supposait. Il n'élabore pas seulement la chlorophylle et l'amidon ; il est aussi le siège de l'élaboration de globules de graisse, de granulations de nature inconnue colorables sur le vivant par le rouge neutre, enfin, comme l'a montré récemment M^me^ Moreau et comme nos observations le confirment, des corpuscules métachromatiques, c'est-à-dire d'une série de substances qui sont généralement le produit de l'activité des mitochondries. D'autre part, le cytoplasme de ces Algues est très pauvre et ne paraît pas renfermer de mitochondries. Il nous a été impossible malgré tous nos essais d'y mettre en évidence un chondriome.

---

(1) Cependant beaucoup des résultats de Nicolosi-Roncati nous paraissent très douteux. C'est ainsi notamment que l'auteur admet que les mitochondries des Fucacées ont une origine nucléaire, ce qui est certainement inexact. D'autre part, selon Nicolosi-Roncati, les chloroplastes de ces Algues résultent chacun, non pas de l'augmentation de volume d'une mitochondrie comme dans les Phanérogames, mais de la fusion de plusieurs mitochondries, ce qui ne saurait être admis qu'avec la plus extrême réserve, parce qu'aucun fait semblable n'a jamais été décrit jusqu'ici ni chez les végétaux, ni chez les animaux.

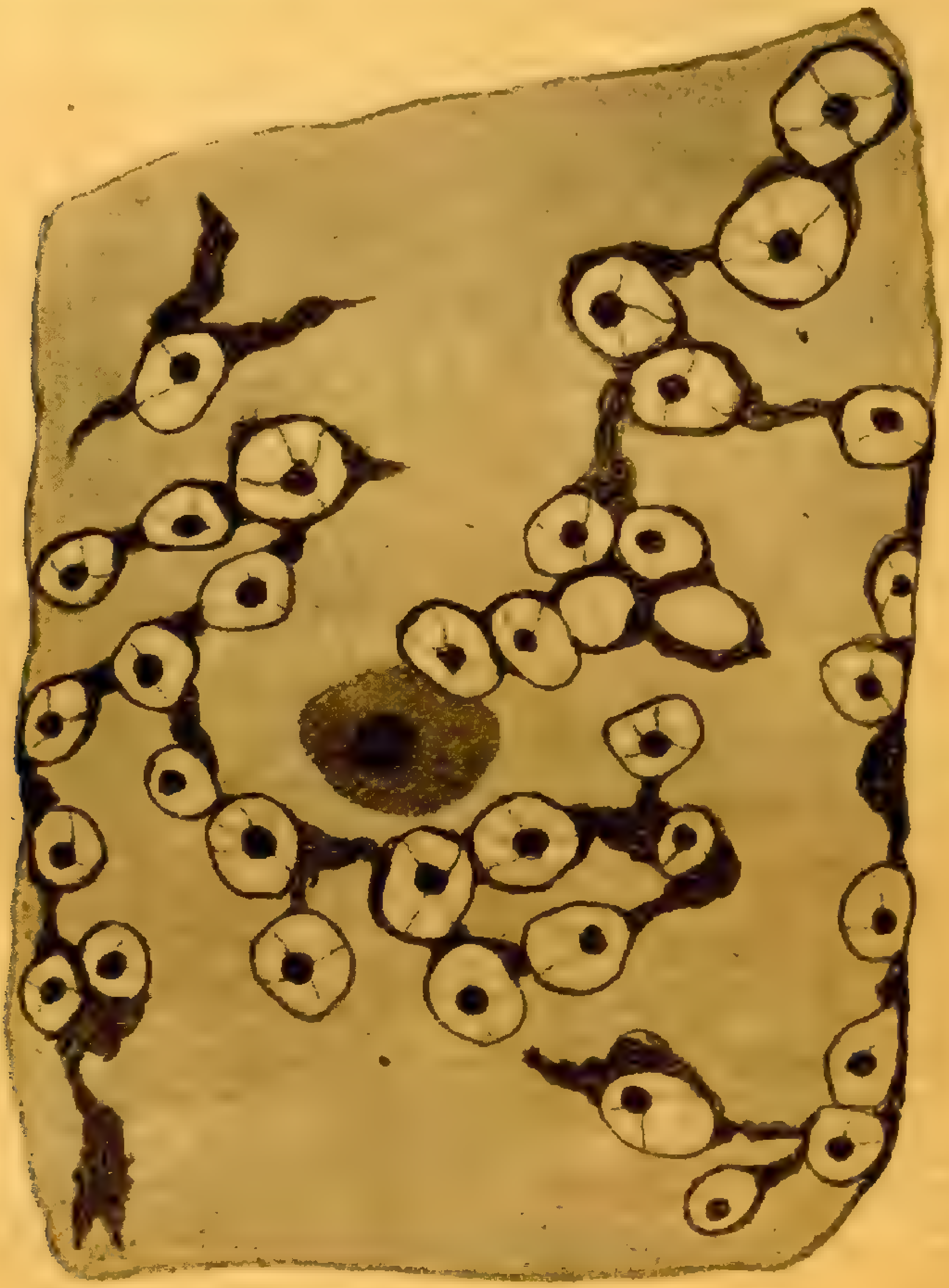


Fig. 16. — *Chromatophore d'une Spirogyre par la méthode de Regaud.* — Le pyrénoïde entouré de grains d'amidon se colore comme les mitochondries. Le filament spiralé semble formé d'un fin réseau de substance mitochondriale (Gross. 1100).

Dès lors, en nous appuyant sur sa fonction physiologique, avons-nous été amenés à considérer ce chloroplaste, bien qu'il n'ait rien de commun par sa forme avec les formations mitochondriales connues jusqu'ici, comme l'équivalent d'un chondriome, comme un chondriome qui serait condensé en un organe particulier et qui réunirait à lui seul toutes les fonctions réparties entre les différents éléments du chondriome ordinaire.

Cette interprétation, si elle est exacte (1), et nous ne pensons pas qu'elle puisse ne pas l'être, tend à résoudre définitivement la question de l'origine des mitochondries en montrant que les mitochondries sont incapables de se former autrement que par division, puisque le chloroplaste qui représente un chondriome de forme spéciale est ici un organe permanent.

D) **Mitochondries et hérédité**. — En outre, elle tendrait à prouver que les mitochondries ne semblent pas avoir aucun rôle dans l'hérédité, contrairement à l'opinion de Meves qui leur attribue à la fois un rôle élaborateur et un rôle dans l'hérédité. En effet, bien que la question ne soit pas encore résolue pour toutes les Algues, il est aujourd'hui démontré pour certaines espèces que, pendant la fécondation, le chloroplaste mâle s'introduit avec le noyau et le cytoplasme dans l'œuf, mais qu'il ne tarde pas à y dégénérer. Seul, le chloroplaste femelle fournit par division les chloroplastes des cellules issues de la germination de l'œuf. C'est ce qui a été mis en évidence récemment par Kursanow dans diverses Zygonèmes.

V. — CONCLUSIONS

A) **Progrès réalisés dans l'étude des mitochondries par les recherches de cytologie végétale.**— On peut donc juger par l'exposé que nous venons de faire des progrès considérables qui ont été réalisés dans la question des mitochondries, par les recherches comparatives sur les mitochondries dans les deux règnes. Sous l'influence des nombreux travaux faits dans ces dernières années sur les mitochondries des cellules animales, grâce à l'introduction en cytologie végétale des techniques spéciales imaginées par Benda, Meves et Regaud, qui permettent de différencier électivement les mitochondries et les plastes, l'étude plus facile de la cellule végétale a permis de résoudre la plupart des obscurités qui subsistaient dans cette question si complexe et si controversée de cytologie générale. L'étude des mitochondries dans la cellule végétale est, en effet, beaucoup plus simple parce que les cellules permettent souvent par leur transparence et la facilité avec laquelle elles se laissent observer, de très bien distinguer à l'état vivant les mitochondries et parfois même de suivre toute leur évolution, ce qui met ces résultats à l'abri de toute critique. En outre, les plastes acquièrent chez les végétaux, sans doute grâce à la complexité de la fonction chlorophyllienne qui leur est propre, un degré de différenciation considérable qui fait qu'ils sont connus en partie depuis longtemps et que les résultats nouveaux obtenus à l'aide des méthodes mitochondriales joints aux observations anciennes de Schimper et de Meyer ont permis de donner une orientation nouvelle et définitive à la question

---

(1) Remarquons que, même si on parvenait dans l'avenir à différencier des mitochondries dans le cytoplasme de ces Algues, notre interprétation ne serait pas sensiblement modifiée, car on devrait alors admettre qu'une grande partie du chondriome est représentée ici par le chloroplaste.

B) **Rôle et évolution des mitochondries.** — Ces recherches démontrent surabondamment que les mitochondries sont des plastes, c'est-à-dire des organites qui élaborent les produits de sécrétion. Les mitochondries sont donc, comme le conclut Regaud, à la suite de ses belles recherches de cytologie animale, « des organites sur lesquels se fixent les substances destinées au fonctionnement chimique de la cellule; ces organites concentrent les substances fixées, les élaborent et les transforment en produits de sécrétion auxquels ils servent de plastes ». Cette conclusion s'impose puisque les plastes végétaux depuis longtemps connus leur sont assimilables et résultent seulement d'une légère différenciation des mitochondries préexistantes. La fonction des mitochondries est très générale et des nombreuses observations faites jusqu'ici, on peut admettre que la plupart des produits de sécrétion de la cellule s'élaborent au sein des mitochondries.

A la suite de ces recherches, la cellule apparaît désormais avec un nouvel élément : le chondriome, dont la présence est aussi constante et joue un rôle aussi essentiel que le noyau. Toute cellule aussi bien animale que végétale possède un chondriome dont les éléments se divisent comme le noyau, se répartissent lors de la mitose entre les deux cellules-filles, résultent toujours de la division de mitochondries préexistantes et dont la fonction capitale est d'élaborer les produits de sécrétion les plus divers de la cellule. La découverte des mitochondries transforme donc la cytologie.

C) **Nature chimique des mitochondries**. — Par contre, si la botanique a permis de résoudre définitivement la question du rôle et aussi, semble-t-il, de l'origine des mitochondries par l'introduction d'une méthode nouvelle qui permet de différencier facilement le détail de l'évolution des plastes depuis longtemps connus, les recherches de cytologie animale ont donné une orientation nouvelle à la question relativement à la nature chimique des mitochondries et des plastes et au mécanisme intime de leur fonctionnement.

Les botanistes ont généralement admis jusqu'ici que les plastes végétaux sont exclusivement formés de substances albuminoïdes. Au contraire, il paraît démontré à la suite des travaux de Regaud et ses collaborateurs, de Meyer et Schœffer, Rathery et de Fauré-Fremiet que lesmitochondries sont constituées par une substance lipoïde (probablement un phosphatide) fixée sur un support albuminoïde. Il est donc légitime, étant donné que les plastes végétaux sont en somme assimilables aux mitochondries et ont des propriétés histo-chimiques analogues, de penser qu'il renferment aussi des substances lipoïdes et de nouvelles recherches dans cet ordre d'idée s'imposent désormais (1). La présence de lipoïdes dans les plastes végétaux est d'autant plus vraisemblable qu'elle paraît expliquer l'erreur de certains botanistes qui ont considéré la chlorophylle comme un lécithide, sans doute parce qu'ils avaient affaire à une chlorophylle impure, mélangée à la partie soluble de ses plastes.

D) **Considérations physiologiques sur le fonctionnement intime des mitochondries.** — D'autre part, les Botanistes n'ont jamais semble-t-il envisagé la question des plastes en physiologistes. C'est sans doute parce que ces organites ne leur semblaient jouer qu'un rôle restreint dans la cellule, contribuant seulement à l'élaboration des pigments et de l'amidon. Comment agissent les mitochondries et les plastes, qui ne sont que des mitochondries grossies; par quel mécanisme élaborent-ils les produits de sécrétion ? Est-ce la substance mitochondriale qui se transforme chimiquement en amidon, pigments, corpuscules métachromatiques, composés phénoliques, etc., ou les mitochondries servent-elles seulement de support, de lieu de formation au produit élaboré? Les Botanistes ne semblent pas s'être posé la question d'une manière précise.

---

(1) Récemment, Buscalioni, dans une note préliminaire, qui nous était restée inconnue jusqu'ici, a effectivement montré que les plastes végétaux renferment une substance lipoïde. (Voir à ce sujet la dernière Revue de Carano sur les mitochondries. — *Annali di Botanica*, 1914).

Au contraire, en vertu de la généralité de fonction des mitochondries révélée par les recherches récentes, la cytologie animale a cherché à résoudre le problème. En réalité, elle ne l'a pas résolu et nous n'avons encore que des hypothèses, mais ces hypothèses sont très suggestives et peuvent amener à des résultats des plus importants.

L'une de ces hypothèses a été soutenue par Regaud. En s'appuyant sur la constitution protéolipoïde des mitochondries et sur le rôle attribué aux lipoïdes dans l'absorption des substances par la cellule à la suite des recherches d'Overton, Regaud admet que les mitochondries ont le rôle d'*extracteurs* et de *fixateurs électifs*. Elles auraient la fonction d'intussusception électives, de fixation et de concentration des substances récrémentitielles. « Par un mécanisme physico-chimique encore inconnu, les mitochondries retiennent les substances très diverses venues au contact du protoplasme. La constitution lipoproteïde assignée aux mitochondries est tout à fait favorable a cette conception ». (Regaud). En vertu de cette fonction attribuée aux mitochondries, Renaut et Regaud ont proposé de désigner ces éléments sous le nom d'*eclectosomes*.

Il est certain que cette conception cadre bien avec ce que l'on sait sur la fonction des plastes végétaux (chloroplastes, leucoplastes et chromoplastes). Elle explique parfaitement le fonctionnement des plastes de Schimper et les variations chimiques légères que subissent les mitochondries en se différenciant en chloro-chromo- ou amyloplastes et qui doivent être en relation avec les fonctions spéciales de ces plastes.

Une seconde hypothèse a été tout récemment proposée par André Mayer et Schœffer. Ces auteurs ont cherché une théorie qui s'appliquerait à la fois à la cellule animale et à la cellule végétale et qui permettrait d'expliquer le rôle des mitochondries en s'appuyant sur les trois faits suivants : présence universelle des mitochondries, leur rôle général dans les sécrétions et leur nature lipoïde. Or, ils trouvent cette explication dans la fonction très générale d'oxydation et de réduction et l'idée que les substances lipoïdes en seraient le support. On sait que pour Franckl et Dimity, les acides gras à double liaison contenus dans les phosphatides jouent le rôle de corps autooxydables. Ce sont des substances respiratoires intermédiaires, c'est-à-dire des vecteurs d'oxygène. Aussi Mayer et Schœffer pensent-ils que les mitochondries sónt *un support et un lieu des processus d'oxydation.* Cette hypothèse soulève des objections, parce que les auteurs semblent admettre que les mitochondries ont toutes la même constitution chimique (1). Or, nous avons vu au cours de cette Revue que les mitochondries modifient dans une certaine mesure leur composition chimique en se différenciant en amylo-chloro et chromoplastes. D'autre part, les recherches de Regaud ont montré qu'il y a des variations assez sensibles dans les mitochondries, selon qu'on s'adresse à des espèces différentes de cellules. Il y aurait donc, d'après cet auteur, des espèces mitochondriales. S'il semble démontré que toutes les mitochondries renferment des lipoïdes, il paraît donc également démontré que la constitution des mitochondries varient d'une cellule à l'autre. Ces faits seraient donc plus favorables aux vues de Regaud.

Remarquons d'ailleurs que les deux hypothèses sont parfaitement conciliables. Il y a donc lieu de rechercher dans cette double voie. La résolution de ce problème aurait une importance capitale pour la physiologie cellulaire et apporterait la clef de beaucoup de questions encore très obscures de la nutrition.

12 décembre 1913.

---

(1) MM. Mayer et Schœffer semblent admettre que les mitochondries ne représeteraient pas des organites spéciaux de la cellule, mais de simples granulations de lipoïdes. Cette opinion soutenue également par Löwschin n'est pas compatible avec les faits observés dans la cellule végétale, où les mitochondries revêtent avec les chloroplastes le caractère de véritables organites.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Arnoldi et Börnicke. — Sur l'app. chromidial chez quelques plantes Gymnospermes et Angiospermes. *(Biol. Arbejder*, 1911).
2. Bonaventura. — Intorio ai mitochondri nelle cellule vegetali. *(Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1912.*)*
3. Carano. — Mitochondri nelle cellule vegetali. *(Annali di Botanica)* 1913.
4. J. Bonnet. — L'ergastoplasma chez les végétaux *(Anat. Anzeiger*, 1911).

   Rech. sur l'évol. des cellules nourricières du pollen chez les Angiospermes. *(Arch. f. Zellsforschung*, 1911).
5. Dop. — Observ. sur la structure protopl. des cellules végétales. *(Anat. Anzeiger*; 1910).
6. Dubreuil. — Le chondriome et le dispositif de l'activité sécrétoire aux différents stades du développ. des élem. cellulaires de la lignée connective, descendants du lymphocyte. *(Arch. d'An. microsc*, 1913*)*.
7. A. Forenbacher. — Die Chondriosomen als Chromatophorenbinder *(Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1912).
8. A. Guilliermond. — 1. Les mitochondries des cellules végétales *(C. R. Ac. Sciences*, 1911).

   2. Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries. *(C. R. Ac. Sciences*, 1911);

   3. Sur le mode de formation cytologique de l'amidon et l'origine des leucoplastes dans le tubercule de pomme de terre. *(C. R. Ac. Sciences*, 1911);

   4. Nouvelles remarques sur l'origine des chloroleucites. *(C. R. Soc. de Biologie*, 1912);

   5. Sur les leucoplastes de *Phajus grandifolius* et leur assimilation aux formations mitochondriales. *(C. R. Ac. Sciences*, 1912);

    6. Nouvelles remarques sur le mode de formation de l'amidon dans les cellules végétales. *(C. R. Soc. de Biologie*, 1912);
    7. Sur les mitochondries des cellules sexuelles des végétaux. *(C. R. Ac. des Sciences*, 1912);
    8. Sur l'origine des chloroplastes dans le bourgeon de la plante adulte. *(Soc. de Biol.*, 1912);
    9. Mitochondries et plastes. *(Soc. de Biol.*, 1912);
    10. Sur les divers modes de formation des leucoplastes. *(C. R. Soc. de Biol.*, 1912);
    11. Sur le mode de formation du pigment dans la racine de Carotte. *(C. R. Ac. Sciences*, 1912);
    12. Recherches cytologiques sur la formation de l'amidon et sur l'origine des plastes des végétaux. — Contribution à l'étude des mitochondries des cellules végétales. *(Archives d'Anatomie microscopique*, 1912);
    13. Sur les mitochondries des Champignons. *(C. R. Soc. de Biol.*, 1913);
    14. Nouvelles recherches sur le chondriome des Champignons. *(C. R. Ac. Sciences*, 1913);
    15. Sur la formation de l'anthocyane au sein des mitochondries. *(C. R. Ac. Sciences*, 1913);
    16. Sur la participation de chondriome dans l'élaboration des produits de réserve des Champignons. *(C. R. Ac. Sciences* 1913);
    17. Sur l'étude vitale du chondriome des pétales de la fleur d'*Iris germanica* et son évolution en leuco- et chromoplastes. *(C. R. Soc. Biol.*, 1913);
    18. Sur la signification du chromatophore des Algues. *(C. R. Soc. Biol.*, 1913);
    19. Sur la formation des corpuscules métachromatiques au sein des mitochondries. *(Anat. Anzeiger*, 1913);
    20. Nouvelles recherches cytologiques sur la formation des pigments anthocyaniques. *(C. R. Ac. des Sciences*, 1913).

9. KURSANOW. — Uber Befruchtung, Reifung und Keimung bei *Zygnema. (Flora*, 1911).

10. HIMMELBAUR.— *Jharbuch der Hamburgischen wissenschftlichen Anstalten*, 1911.

11. Janssens, Van de Putte et Helsmorrtel. — Le chondriome dans les Champignons. *(La Cellule*, 1912).

12 Lewis. — The Life History of *Griffithsia Borneliana (Ann. of Bot.*, 1909).

13. Lewitsky. — 1. Ueber die Chondriosomen in planzlichen Zellen. *(Ber. d. deutsch. Bot. Gesel.*, 1911).

2. Die Chloroplastenlagen in lebenden und fixerten Zellen von *Elodea canadensis. (Ber. d. D. Bot. Gesell.*, 1912);

3. Die vergleichende Unters. über die Chondriosomen in lebenden und fixierten Pflanzellen. (*Ber. d. D. Bot. Ges.*, 1912).

14. Le Touzé. — Contrib. à l'étude histol. des Fucacées. *(Rev. g. de Bot.*, 1912).

15. Löwschin. — Myelinformen und Chondriosomen. *(Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1913).

16. Lundgard. — 1. Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbrunglhypothesen. Ueber Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba. (Jahrb. f. viss. Bot.*, 1911);

2. On Protoplasmastrukturer *(Botan. Swensk. Nedstriff*, 1912).

17. Mayer et Schœffer. — Une hypothèse de travail sur le rôle physiologique des mitochondries. *(C. R. Soc. de Biologie*, 1913).

18. Maximow. — Sur les chondriosomes dans les cellules vivantes des plantes. *(Anat. Anzeiger.*, 1912).

19. Meves.— Ueber das Vorkommen von Mitochondrien in Planzenzellen. *(Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1904).

20. A. Meyer. — Bemerkungen zu G. Lewitsky : Ueber die Chondriosomen in pflanzenlichen Zellen. *(Ber. d. d. Bot. Ges.* 1911).

21. Madame Moreau. — Les corpuscules métachromatiques des Algues. *(Bull. Soc. Bot. de France*, 1913).

22. Mulon. — Mode de form. du pigment figuré de la cuticule surrénale. *(C. R. Soc. de Biol.*, 1912).

23. Nicolosi-Roncati. — 1. Formazioni mitochondriali negli elementi seminali maschili dell *Helleborus fœtidus. (Bot. dell' orto Botanico della R. Universiti di Napoli*, 1910).

2. Mitochondri condriosomi nelle cellule vegetali. *(Bull. de la Soc. Bot. Ital.*, 1911);

3. Genesi dei cromatofori nelle Fucoïdee. *(Bull. Soc. Bot. It.*, 1912);

4. Contributo alla conoscenza cito-fisologica delle glandule vegetali. *(Bull. della Soc. Bot. It.*

24. OLTMANNS. — Morphol. und Physiologie der Algen. *(Iena G. Fischer).*

25. A. PENSA. — 1. Alcune formazioni endocellulare nei vegetali *(Anat. Anzeiger*, 1910);

2. Anora di alcuni formazioni endocellulare nei vegetali. *(Anat. Anzeiger*, 1911);

3. Osservazioni dei morfologia e biologia cellulare nei vegetali. *(Arch. f. Zellsforschung*, 1912).

26. PRENANT. — L'origine mitochondriale des pigments. *(Soc. Biol.*, 1913*)*.

27. POLICARD. — Rôle du chondriome dans la formation des cristaux intra-cellulaires de la cellule hépatique. *(Soc. biol.*, 1912*)*.

28. REGAUD. — Les mitochondries, organites du protoplasma considérés comme les agents de la fonction éclectique et pharmacopexique de la cellule. *(Revue de Médecine*, 1911).

29. RUDOLPH. — Chondriosomen und Chromatophoren. *(Ber. d. Deut. Bot. Ges.*, 1912).

30. SAPEHIN. — Ein Beweis der Individualität der Plastide. *(Ber. der Deuts. Bot. Ges.*, 1913).

31. SMIRNOW. — Ueber die Mitochondrien un den golgischen Bildungen analoge Strukturen in einigen Zellen von *Hyacenthus orientalis (Anat. Heft.*, 1907).

32. E. W. SCHMITD. — Pflanzliche Mitochondrien. *(Progressus rei bot.*, 1911).

33. SWEDELIUS. — Ueber den Generationweschel bei *Delasseria sanguinea. (Swensk. Bot. Tidsk.*, 1911).

34. WOYCICKI. — Ueber die mitochondrienähnlichen Gebilde in den Gonotokonten un Gonen bei *Malva sylvestris — (Sitzungsb. Vissensch. Ges. Warcshau*, 1912).

TABLE DES MATIÈRES

Pages

I. — INTRODUCTION 129

A) Historique 129

B) But du travail 132

II. — MITOCHONDRIES ET PLASTES DE SCHIMPER .. 133

A) Analogies physiologiques entre les mitochondries et les plastes de Schimper 133

B) Formation des plastes aux dépens des mitochondries 135

a) *Chloroplastes* 135

b) *Chromoplastes* 137

c) *Amyloplastes* 139

C) Assimilation des plastes de Schimper aux mitochondries 143

D) Comparaison entre le fonctionnement des plastes de Schimper et le fonctionnement des mitochondries dans la cellule animale 182

E) Théorie de Schimper et idées actuelles..... 184

III. — UNIVERSALITÉ DES MITOCHONDRIES ET GÉNÉRALITÉ DE LEUR RÔLE 189

A) Généralité des mitochondries dans la cellule végétale 189

B) Généralité du rôle des mitochondries dans les végétaux 189

a) *Formation de l'anthocyane et des composés phénoliques dans les mitochondries* 189

b) *Formation des corpuscules métachromatiques des champignons dans les mitochondries* .. 192

IV. — ORIGINE DES MITOCHONDRIES 194

A) RELATIONS ENTRE LES MITOCHONDRIES ET LE NOYAU 194

B) ORIGINE DES MITOCHONDRIES CHEZ LES PHANÉROGAMES ET LES CHAMPIGNONS 195

C) ORIGINE DES MITOCHONDRIES CHEZ LES ALGUES. CARACTÈRE SPÉCIAL DE LEUR CHONDRIOME 197

D) MITOCHONDRIES ET HÉRÉDITÉ 200

V. — CONCLUSIONS............................ 200

A) PROGRÈS RÉALISÉS DANS L'ÉTUDE DES MITOCHONDRIES PAR LES RECHERCHES DE CYTOLOGIE VÉGÉTALE 200

B) RÔLE ET ÉVOLUTION DES MITOCHONDRIES 201

C) NATURE CHIMIQUE DES MITOCHONDRIES 202

D) CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES SUR LE FONCTIONNEMENT INTIME DES MITOCHONDRIES 202

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

V. Grafe et V. Vouk. — **Untersuchungen über den Inulinstoffwechsel bei *Cichorium Intybus* L. (Cichorie).** *III. Biochemische Zeitschrifft*, Band 56, *Heft* 3, 1913.

Après avoir étudié les variations de l'inuline chez la Chicorée dans le cours de la première année de végétation à partir de la graine, ses transformations possibles et sa mise en réserve, Grafe et Vouk se sont proposés de voir comment se comporte cet hydrate de carbone au cours de la deuxième année de végétation de cette même plante.

Les recherches ont été effectuées sur des racines de Chicorée dont les unes ont été maintenues à une température moyenne, les autres ayant passé l'hiver au dehors.

On observe tout d'abord que la racine de Chicorée est très sensible au froid, contrairement à la théorie de M. Mez qui veut que les plantes contenant des substances de réserve solubles dans l'eau, soient plus résistantes au froid que celles qui contiennent seulement des produits de condensation analogues à l'amidon.

L'analyse chimique de ces racines a donné en moyenne :

Inuline	19,9	%
Lévulose	10,36	%

tandis que normalement elles contiennent :

Inuline	60	%
Lévulose	4 à 5	%

Il se produit donc dans la Chicorée aux basses températures, un phénomène tout à fait analogue à celui qui a été signalé dans la Pomme de terre dans les mêmes conditions, c'est-à-dire un enrichissement en sucre réducteur aux dépens des polysaccharides de réserve.

Dans le but d'étudier cette formation de sucres réducteurs dans les racines de Chicorée, les auteurs se sont adressés à des racines ayant été placées à l'abri des rigueurs de l'hiver. Ces organes furent divisés en deux lots : le 1er lot, dont une partie avait été analysée avant la mise en expérience, fut placé pendant 14 jours dans un milieu où la température oscillait entre 0° et 1°. Les racines ayant subi l'action du froid furent ensuite placées pendant 14 jours dans une étuve à la température de 10°. Les analyses ont donné :

Racines soumises au froid....	Sucres réducteurs..	9,76 %
	Inuline...........	24,13 %
	Azote total	6,12 %
	Albumine.........	4,22 %
Racines non soumises au froid	Sucres réducteurs..	6,12 %
	Inuline...........	23 %
	Azote total	5,97 %
	Albumine.........	3,14 %

Par un retour à la température ordinaire, la teneur en sucre redevient normale, mais l'inuline est restée en quantité, ce qu'elle était dans les racines soumises au froid. Les choses ne se passent donc pas exactement comme dans la Pomme de terre où dans les mêmes conditions, l'amidon reviendrait sensiblement à sa quantité primitive par condensation du sucre formé aux basses températures.

Grafe et Vouk donnent de ce phénomène l'explication suivante :

Sous l'action du froid, la respiration du protoplasme vivant serait considérablement ralentie tandis que l'action des diastases hydrolysantes et oxydantes ne seraient nullement influencée et resterait constante. Il en résulterait : d'une part, la diminution graduelle de l'inuline, d'autre part une production de sucres réducteurs dont une partie seulement serait oxydée et ramenée à l'état d'acide carbonique et d'eau.

Cette disparition progressive de l'inuline correspondrait à un déplacement de l'équilibre. Tandis que dans les conditions normales les agents de synthèse et de destruction se font équilibre, ce qui se traduit par une teneur constante en cet hydrate de carbone, par abaissement de température le processus de synthèse serait arrêté et par suite l'équilibre déplacé dans le sens de la désintégration. Les sucres formés seraient brûlés par des diastases oxydantes qui agiraient d'une manière très active et produiraient cette coloration brune observée dans le parenchyme de racines mortes; ce fait d'observation viendrait à l'appui de l'hypothèse qui attribue aux diastases oxydantes un rôle prépondérant dans la destruction des sucres.

Les substances albuminoïdes ne paraissent subir quantitativement aucun changement sous l'action du froid.

On a voulu voir dans ce fait de la dissolution des substances de réserve dans la plante un mode de protection contre le froid, le suc cellulaire pouvant ainsi sans se congeler supporter de plus basses températures. D'après la théorie de Molisch, le gel des cellules végétales consiste en un appauvrissement en eau du suc cellulaire; or, l'eau est enlevée, d'autant plus difficilement par le froid que ces solutions sont plus concentrées; d'où possibilité d'une surfusion de telles solutions et par suite pour les tissus des plantes il en résulte un mode de protection contre le froid. Dans le cas de la Chicorée, par suite de cette protection contre le froid, l'inuline diminue, l'eau est retenue plus fortement à l'intérieur des cellules et l'hydrolyse à laquelle l'eau est nécessaire peut ainsi se continuer. Mais si au lieu d'une solution d'inuline on avait de l'amidon solide dans de l'eau, un peu au-dessous de 0°, l'eau sortirait, se congèlerait et deviendrait inutilisable pour une hydrolyse possible. C'est pour cette raison que les pommes de terre deviennent sucrées de + 1° à + 2° et ne le deviennent pas au-dessous de 0°, car l'eau dans ce cas se congèle et n'est plus disponible pour l'hydrolyse. Après un traitement à — 5° dans une coupe microscopique on trouve toutes les cellules remplies de sphœrites d'inuline, de plus la diminution de l'inuline est arrêtée ainsi que l'augmentation du dégagement d'acide carbonique dès que la protection contre le froid par la dissolution de l'inuline cesse d'être efficace. Il y a au contraire mise en réserve de ce polysaccharide.

Au moment où les racines commencent à pousser, l'inuline se transforme en levulose qui est utilisé à son tour, l'hydrolyse étant antérieure au développement des premières pousses.

Après avoir étudié dans un mémoire précédent la migration nocturne de l'inuline et avoir établi par des expériences précises ce fait important que le rapport de l'inuline au sucre réducteur est sensiblement le même le jour que la nuit dans les feuilles de Chicorée, **Grafe** et **Vouk** ont effectué des recherches sur des plantes à amidon. Les résultats obtenus avec les feuilles de *Phaseolus vulgaris* et de *Vicia faba* sont sensiblement identiques et indiquent plutôt un arrêt de la migration des hydrates de carbone pendant la nuit et non comme on l'avait admis jusqu'alors une augmentation nocturne de cette même migration. Tout au plus il se produirait pendant la nuit une hydrolyse de ce polysaccharide qui aboutit à une accumulation de sucre dans les feuilles; les feuilles récoltées le matin contiennent effectivement 10 fois plus de sucres réducteurs que les feuilles cueillies dans l'après-midi.

En résumé, les travaux des auteurs sur les transformations de l'inuline de Chicorée leur ont permis de tirer les conclusions suivantes.

1° La graine de Chicorée contient comme matières de réserve de l'inuline et des graisses qui peuvent au moment de la germination se transformer l'une dans l'autre. Dans les graines qui sont en voie de germination, les quantités d'albumine et d'azote total ne subissent que des changements insignifiants; pendant ce temps la teneur en graisses subit une forte diminution et l'inuline éprouve un accroissement correspondant.

L'analyse établit une augmentation importante de l'inuline dans les feuilles pendant l'assimilation, ce polysaccharide n'est donc pas seulement formé comme on l'a représenté bien souvent, uniquement par condensation dans les racines du lévulose qui a émigré dans les organes souterrains pour constituer des réserves, mais apparaît, pendant l'assimilation, comme l'analogue de l'amidon autochtone. En tout cas des teneurs de 3 à 4 % d'inuline dans les feuilles qui assimilent ne sont pas rares, si bien qu'on peut déceler l'inuline dans les feuilles simplement en les faisant macérer dans l'alcool fort, il y a formation de sphœrites dans les cellules.

La réaction avec l'Iode n'est jamais positive avec les feuilles de Chicorée qui ont assimilé, mais il y a apparition dans les chloroplastes de petites inclusions arrondies colorables en brun par l'iode et pouvant être considérées comme un terme de passage physiologique et chimique entre l'amidon et l'inuline, hypothèse d'autant plus vraisemblable que le lévulose et le glucose se transforment avec une grande facilité l'un dans l'autre. Dans les racines on ne rencontre jamais d'amidon ou le produit dextrinacé mentionné plus haut, mais uniquement de l'inuline.

2° Pendant la nuit, le rapport de l'inuline au lévulose contenu dans les feuilles, est sensiblement égal à celui qui a été constaté dans la journée pendant l'assimilation, d'après cela, il semblerait donc que les hydrates de carbone de formation récente persistent pendant le jour et émigrent seulement de la feuille pendant la nuit. En ce qui concerne l'inuline en dissolution, le courant descendant doit être plus intense le jour que la nuit par suite de l'augmentation de la propriété de diffusion que subit ce polysaccharide à la lumière. Des recherches effectuées sur des plantes à amidon aboutissent à ce résultat qu'il se produit surtout pendant la nuit chez ces végétaux, non pas une migration de l'amidon, mais plutôt une hydrolyse de ce polysaccharide.

Dans les conditions normales il s'établit un équilibre entre :

La condensation du sucre en amidon (Stärkebildung) et la dégradation de l'amidon en sucres (Stärkelösung).

Pendant le jour, l'équilibre est déplacé dans le sens de la condensation, pendant la nuit au contraire, le déplacement de l'équilibre a lieu en faveur de l'hydrolyse de la molécule amylacée puisqu'il n'y a plus assimilation. Mais en dehors de ces considérations, il existe jour et nuit un courant descendant d'hydrates de carbone.

3° L'inuline en dissolution dans le suc cellulaire joue dans les racines un rôle de protection contre le froid. Il résulte en effet des recherches des auteurs, une confirmation de la théorie de MOLISCH sur le gel des végétaux, car les effets de la gelée ne se font pas sentir dans les racines de Chicorée tant que la solution saturée d'inuline qui constitue le suc cellulaire n'est pas congelée ce qui ne se produit que pour des températures relativement basses. Mais pendant ce temps, il y a hydrolyse de l'inuline, qui s'effectue grâce à l'eau du suc cellulaire fortement retenue et combustion croissante par la respiration du lévulose formé. Dès que le point de coagulation du suc cellulaire est atteint, l'eau est immobilisée, l'hydrolyse s'arrête ainsi que le départ de l'inuline et le gel se produit.

E. MICHEL-DURAND.

W. PALLADIN. — **Ueber die Bedeutung der Atmungspigmente in den Oxydationsprozessen der Pflanzen.** (*Sur le rôle des pigments respiratoires dans les processus d'oxydation chez les plantes*). (Berichte Deutsch. Bot. Gesellsch. 1912; vol. XXX, p. 104).

La présente communication est une note préliminaire de quatre pages dans laquelle PALLADINE expose sommairement l'état actuel de la question en groupant les résultats de ses propres expériences avec les faits observés par d'autres auteurs (A. BACH, CHODAT, G. BERTRAND, G. BREDIG et SOMMER, HOPPE-SEYLER, BÜCHNER, HAHN et GRÜSS). Il arrive aux conclusions suivantes :

Les pigments respiratoires, comme beaucoup d'autres pigments, se changent en *leuco-corps*, en fixant de l'hydrogène. Leur mode de réduction est semblable à celui du bleu de méthylène.

Le rôle des pigments respiratoires dans les phénomènes d'oxydation consiste à enlever de l'hydrogène à la substance à oxyder. Les oxydases agissent avec production d'eau. Pendant la respiration, tout l'hydrogène du glucose est oxydé exclusivement par l'oxygène de l'air et l'eau formée a ainsi une origine exclusivement aérobie. L'oxydation du glucose s'accomplit pour moitié aux dépens de l'oxygène contenu dans le glucose lui-même, pour moitié aux dépens de l'oxygène de l'eau assimilée pendant la respiration. L'auteur insiste sur le rôle de l'eau dans ces processus d'oxydation.

Pendant la respiration, la destruction complète du glucose a lieu d'après la marche suivante :

1° Décomposition anaérobie du glucose avec assimilation d'eau, par l'action de la zymase et de la perhydridase.

2° Transport de l'hydrogène des produits intermédiaires labiles sur le pigment respiratoire, par l'action de la perhydridase.

3° Mise en liberté de l'hydrogène du pigment respiratoire réduit et oxydation de cet hydrogène avec formation d'eau par l'action du système peroxydase + oxygénase.

Jean FRIEDEL.

Dr K. GOEBEL. — **Organographie der Pflanzen.** (1re partie : Organographie générale, deuxième édition revue avec 459 figures dans le texte; un volume de 513 pages, chez Gustav FISCHER à Iéna, 1913).

La nouvelle édition du traité d'organographie du professeur GOEBEL est un très beau volume, orné de nombreuses figures originales, très claires. Dans l'introduction, l'auteur, prenant pour exemple une Utriculariée du Brésil, le *Genlisea ornata*, montre quels sont les problèmes qui rentrent dans le domaine de l'organographie; il distingue six groupes de questions :

I. Relation entre la forme et la fonction.
II. Constitution des organes aux différents degrés de l'échelle formée par le règne végétal.
III. Relations de symétrie dans le corps de la plante.
IV. Transformation («Métamorphose»), phénomènes de courbure, de greffe, de division.
V. Développement de l'individu et alternance des générations.
VI. Dépendance de la formation des organes vis-à-vis des facteurs internes et externes.

Le point de vue reste toujours morphologique; ce n'est que tout à fait exceptionnellement que l'auteur donne quelques coupes schématiques. D'après les titres des chapitres, on se rend compte de l'importance de l'ouvrage qui met aisément à la portée du lecteur une mine inépuisable de documents disséminés habituellement dans les mémoires originaux. Ce beau livre sera complété par un second volume qui traitera de l'organographie spéciale, c'est-à-dire des particularités morphologiques des divers types végétaux, étude déjà esquissée dans le second chapitre du présent ouvrage. Dans les divers chapitres, la morphologie externe de la plante est traitée à tous les points de vue où l'on peut se placer: au point de vue physiologique, en cherchant à interpréter les relations entre la forme et la fonction; au point de vue évolutif, en suivant le développement de l'individu et en comparant les formes aux différents stades; au point de vue expérimental enfin, dans le dernier chapitre qui traite de l'influence des conditions extérieures et intérieures sur la plante.

On voit à quel point l'important ouvrage de M. Goebel sera un auxiliaire précieux pour les botanistes.

Jean Friedel.

Pollacci, G. — **Nuove ricerche sull'assimilazione del carbonio** (Nouvelles recherches sur l'assimilation du carbone). (*Bull. della Soc. bot. ital.*, réunion extraordinaire de Gênes, 18 octobre 1912).

G. Pollacci a cultivé de jeunes plantes d'*Acer Pseudo-Platanus* et de *Morus nigra*, en maintenant la partie aérienne de la plante dans une atmosphère rigoureusement débarrassée de gaz carbonique, tandis que les racines plongeaient dans une solution nutritive bien aérée contenant du gaz carbonique en dissolution. Les feuilles des jeunes plantes avaient été enlevées au préalable; dans les nouvelles feuilles qui les ont remplacées, de l'amidon s'est formé assez rapidement, les plantes restant exposées à la lumière. L'auteur considère que cette formation d'amidon peut s'expliquer soit par une transformation de substances carbonées préexistant dans la plante, soit par une assimilation de gaz carbonique qui aurait été absorbé par les racines et qui serait monté jusqu'aux chloroplastes; c'est cette seconde hypothèse qui lui paraît la plus probable.

Jean Friedel.

POLLACCI, G. — **Sull' *Abrus precatorius*, L.** (Istituto botanico della R. Universita di Pavia. Série II., Vol. XV, p. 285).

Les graines de l'*Abrus precatorius* L. (*Jequirity*) utilisées en médecine sont souvent falsifiées par des mélanges de diverses graines parmi lesquelles on peut citer les graines de *Rhynchosia phaseoloides* DC, d'*Ormosia dasycarpa* Jacks et d'*Adenanthera pavonina* L. Les graines d'*Abrus* varient par leurs dimensions, leur poids et leur couleur; quand leur coloration est rouge et noire ce qui est le cas le plus fréquent, la tache noire est toujours placée dans la région du hile, tandis que, dans les graines de *Rhynchosia*, la tache noire n'occupe jamais cette région.

Les graines d'*Abrus* contiennent deux substances facilement solubles dans l'eau froide (17°), substances qui n'existent pas dans les autres graines. L'une de ces substances, localisée dans le tégument séminal, se colore en rouge brique au contact de la potasse caustique, l'autre localisée dans les cotylédons se colore en jaune serin au contact de l'acide nitrique.

La poudre de graines d'*Abrus* humectée et exposée à l'air prend une couleur d'un noir bleuâtre. Les autres graines ne présentent aucune de ces trois réactions.

Jean FRIEDEL.

L. BLARINGHEM. — **Le Perfectionnement des Plantes** (Bibliothèque de culture générale. Un volume in-18, avec 30 figures dans le texte. Prix : Broché : 1 fr. 50. Ernest Flammarion, éditeur, 26, rue Racine, Paris).

Les découvertes de PASTEUR ont provoqué dans les sciences et la pratique médicales une révolution profonde; M. BLARINGHEM se propose de mettre en relief leurs applications dans un tout autre domaine, celui de la recherche et de la production méthodique de nouvelles variétés de céréales, de fleurs et de fruits.

Les notions de *lignées pures* et de *lignées pédigrées* qui dominent l'organisation scientifique des stations modernes d'amélioration des semences dérivent de l'extension inconsciente de la notion de pureté d'un corps chimique, de la pureté d'une culture de microbes et, en précisant les rapports de ces catégories de faits, il est facile d'en tirer des conséquences pratiques importantes relatives à l'obtention de variétés à grands rendements, à l'emploi raisonné des fumures, à la régénération des semences altérées, à la lutte contre les maladies. La difficulté n'est plus, en ce cas, dans le maintien de la pureté des lignées, mais plutôt dans le dénombrement et la classification des formes agricoles et horticoles, selon leurs affinités réelles et leurs qualités. En exposant l'histoire de nos Fraisiers cultivés, M. BLARINGHEM a indiqué comment on peut distinguer, dans les plantes cultivées, ce qui constitue un individu pur ou hybride, une variété proprement dite, une espèce élémentaire, une espèce systématique.

Pour préciser la valeur de ces groupes, il montre que les *Lois de Mendel*, dont il fait un exposé détaillé, sont vérifiées jusque dans leurs conséquences mathématiques par les croisements entre variétés d'une même espèce; que les croisements entre espèces élémentaires et entre espèces systématiques sont dominés par les *Règles de Naudin*. Il fait à ce sujet l'historique des progrès réalisés en horticulture et en agriculture par l'emploi des procédés d'hybridation.

La sélection est un procédé tout à fait distinct, qui donne des résultats différents selon qu'on la fait entre espèces, ou entre lignées de la même espèce, ou entre individus et fragments d'individus de la même lignée. L'agriculteur et l'horticulteur doivent faire la sélection des individus pour leur propre domaine; les Stations scientifiques et les établissements de vente des semences se limitent à la sélection des espèces et des lignées.

Dans tous les cas, les progrès du perfectionnement des plantes dépendent du matériel disponible et par conséquent des efforts des collectionneurs et des voyageurs qui découvrent et propagent les espèces utiles nouvelles. Les pépinières de Luther Burbank à Santa Rosa (Californie), les collections de M. Allard à Angers, de M. Gravereaux à l'Hay, les Stations de semences de Svalôf (Suède) et de la Société d'Encouragement à la culture des orges de Brasserie en France fournissent des exemples suggestifs, qui illustrent l'exposé de ces notions nouvelles, complété par une abondante bibliographie.

R. Chodat. — **Monographies d'Algues en culture pure.** (*Matériaux pour la flore cryptogamique suisse*, vol. IV, Fasc. 2, 1913).

Quand on voit les services devenus indispensables qu'a rendu la pratique des cultures pures pour l'étude des Bactéries et des Moisissures, on peut s'étonner que l'on n'ait pas plus souvent tenté de l'appliquer aux Algues microscopiques si nombreuses dans les eaux douces et si polymorphes. La raison en est que ces Algues poussent généralement assez mal dans les milieux artificiels et que, de plus, dans le mucilage de la surface de leurs membranes, abondent des Bactéries dont on a toutes les peines du monde à se débarrasser. Avec beaucoup de patience et des dilutions multipliées, on y parvient ainsi que le prouve le présent ouvrage, qui donne des renseignements sur la culture pure de diverses espèces des genres *Scenedesmus, Chlorella, Palmellococcus, Dictyosphærium, Oocystis, Ankistrodesmus, Ourococcus, Hormidium, Stichococcus* (déjà étudié, d'ailleurs, à ce point de vue, par d'autres auteurs), *Rapidonema, Chlamydomonas* (?), *Hæmatococcus, Botrydiopsis, Heterococcus*, etc. et les gonidies de divers Lichens. Voici, à titre d'exemple, comment sont obtenues les cultures pures de *Scenedesmus*. On prépare des flacons Erlenmeyer coniques contenant

20 cc. de liquide nutritif (solution de Detmer au 1/3). On ajoute du chlorure de fer à la dose de 0,01 à 0,1 % et on inocule cette solution préalablement stérilisée par l'eau verte de l'étang en ayant soin de n'introduire que quelques gouttes du milieu naturel. Tandis que dans les flacons sans fer, la multiplication est excessivement lente ou nulle, dans des flacons additionnés de chlorure ferrique, il y a, en peu de jours, une production extrême de cellules vertes et, selon les espèces et la concentration, la masse verte peut devenir énorme en peu de temps. Il est quelquefois avantageux d'ajouter du chlorure de sodium; les concentrations avantageuses sont pour le chlorure de sodium 0,10 à 0,20 % et pour le chlorure ferrique 0,005-0,02 %. On peut alors procéder à la multiplication et à la séparation des germes dans des milieux gélosés et pauvres en matières salines.

L'étude des cultures pures est excellente pour faire rentrer plusieurs espèces douteuses en une seule lorsqu'elle est polymorphe et, au contraire, de décrire des espèces nouvelles, ce dont M. CHODAT ne se prive pas, à un point peut-être parfois un peu excessif. Elle permet aussi d'étudier la physiologie des Algues en faisant varier le milieu et, en même temps, d'étudier la valeur morphogénique des diverses substances chimiques. M. CHODAT a donné sur ce point plusieurs aperçus intéressants où les chercheurs pourront trouver la matière de nombreux travaux à développer.

L'ouvrage renferme 250 pages avec de nombreux dessins très consciencieux dans le texte et des planches en couleur représentant l'aspect général des cultures. Il sera précieux, comme tout ouvrage écrit par un spécialiste connaissant à fond — et mieux que personne — le sujet dont il traite.

Henri COUPIN.

V. GRAFE et VOUK. — **Das Verhalten einiger Saccharomyzeten (Hefen) zu Inulin** (*Zeitschrift für Gärungsphysiologie*, Bd III, *Heft.* 4, november 1913).

Contrairement à ce qui a lieu pour l'amylase, l'inulase, diastase hydrolysante de l'inuline, est plutôt rare chez les végétaux supérieurs. Cette diastase se rencontre très fréquemment chez les microorganismes, Champignons et Bactéries et en particulier l'*Aspergillus niger* et le *Penicillum glaucum* sont très riches en ce dernier ferment. Les auteurs se sont demandé si les saccharomycètes sont capables non seulement d'hydrolyser l'inuline et de l'assimiler, mais encore de faire fermenter ce polysaccharide. Les expériences de LINDNER ont en effet établi ce fait important, qu'un sucre fermentescible n'est pas pour cela assimilé et réciproquement qu'un sucre assimilable n'est pas forcément fermentescible. D'où trois séries d'expériences à l'effet d'établir les propriétés de fermentation de l'inuline sous l'influence de nombreuses espèces de Champignons.

Une première série d'expériences fut effectuée en milieu artificiel et au liquide de culture il fut ajouté une quantité bien déterminée d'inuline pure.

Les résultats obtenus furent les suivants :

Nombreuses sont les espèces de Champignons qui consomment de l'inuline et donnent de l'alcool par fermentation ; mais en général, le mycélium ne possède qu'une faible capacité de résistance à l'alcool formé qui met un terme à la fermentation.

Enfin, il arrive très fréquemment que le mycélium se développe sans qu'il y ait pour cela disparition du polysaccharide, mais dans ce cas le développement du Champignon est relativement faible.

Une dernière série d'expériences fut réalisée en utilisant comme liquide nutritif un extrait de Chicorée. V. GRAFE fait tout d'abord remarquer que l'intensité du dégagement gazeux (CO^2) est un critérium insuffisant pour juger de l'importance de la décomposition du sucre. Il cite notamment le cas du *Schwanniomyces occidentalis* chez lequel 80 % du sucre réducteur et la totalité de l'inuline sont utilisés sans qu'il y ait cependant un dégagement appréciable de CO^2. Il se produirait alors des fermentations autres que la fermentation alcoolique, ce dont il est possible de se rendre compte par les odeurs très variées qui se dégagent des divers milieux de culture.

Il s'ensuit que les résultats obtenus dans cette dernière série de recherches sont nettement différents des premiers. Ce fait tient sans doute à l'influence des matières étrangères telles que les sucres et les albuminoïdes que renferme l'extrait de Chicorée et qui, suivant leur nature, déclanchent l'activité de telle ou telle aptitude du mycélium et déterminent ainsi son action .En résumé, ces expériences montrent que la fermentation et la destruction de l'inuline constituent un processus complexe, dans lequel non seulement l'inuline mais encore d'autres substances et en particulier la présence dans le milieu de culture de produits d'hydrolyse, paraissent jouer un rôle important. Tandis que les expériences effectuées en milieu nutritif additionné d'inuline pure ne nous offrent que quelques cas isolés de disparition du polysaccharide, les cultures réalisées sur des extraits de Chicorée, montrent que la plupart des espèces mycéliennens consomment ce sucre complexe.

Un mycélium sera reconnu comme pouvant utiliser l'inuline non d'après le dégagement gazeux qu'il provoquera en présence de ce sucre, mais d'après le dosage et du sucre restant et de l'alcool formé.

E. MICHEL-DURAND.

Jean Massart. — **La création de réserves naturelles** (*Rec. Inst. Bot. Bruxelles*, t. IX, p. 40, 1913).

Après les professeurs Ch. Bommer et L. Frédéricq dont les efforts ont reçu, en partie, une consécration officielle, Massart vient de nouveau montrer tout l'intérêt scientifique et historique qui s'attache à la création de réserves naturelles en Belgique : dans ce pays où la population est si dense et les exploitations industrielles et agricoles de plus en plus nombreuses, les sites naturels sont menacés, plus que partout ailleurs peut-être, d'une rapide disparition. Ce n'est pas toujours un mobile utilitaire, excusable au besoin, qui commande au vandalisme : tel est le cas du schorre de la rive droite de l'Yser, près Lombartzyde, où la lutte pour l'existence en fonction des variations écologiques était si saisissante et que l'on a transformé en terrain de golf pour l'ébattement de quelques désœuvrés, sans doute.

En dehors des coupes géologiques, des grottes et autres curiosités de ce genre, l'auteur cite parmi les paysages à préserver les dunes de Coxyde et d'Oostduinkerque, les marécages et bruyères de Genck, quelques grands étangs de la Flandre etc... ; il insiste en particulier sur les Hautes-Fagnes de la Baraque-Michel dont la faune et la flore glaciaires sont si remarquables. En faire autant de « parcs naturels » assez étendus pour conserver leur aspect typique, tel est le vœu que Massart voudrait voir réaliser pendant qu'il en est temps encore.

A. Pierre Allorge.

Jean Massart. — **Le rôle de l'expérimentation en Géographie botanique** (*Rec. Inst. Bot. Bruxelles*, t. IX, p. 68, 1913).

Au point où elle en est arrivée, la Géographie botanique ne doit plus se contenter de l'examen des faits : elle doit, si elle veut progresser, faire une large part à l'expérimentation; et l'auteur signale quelques uns des problèmes qu'elle peut désormais attaquer par cette méthode.

L'accomodation d'une même espèce à des habitats variés est un fait bien connu, mais les floristes se sont contentés de nommer variété ce qui n'est bien souvent en réalité qu' « accommodat » ; par ce terme l'auteur entend des formes possédant des « caractères non héréditaires (mais la faculté de les produire se transmet) apparaissant avec les variations du milieu. Il cite comme exemple les différentes formes du *Polygonum amphibium* qu'il a étudiées expérimentalement, de l'*Hypnum cupressiforme*, etc. Dans d'autres cas, la plante possède les mêmes caractères anatomiques et morphologiques dans des habitats très différents : y aurait-il là des « races physiologiques » ?

C'est surtout la lutte pour l'existence qui détermine l'habitat et l'aire d'extension des espèces; ainsi, en Irlande, *Pleris* et *Calluna*, espèces réputées calcifuges colonisent le calcaire; serait-ce parce qu'elles n'y rencontrent pas les concurrents puissants qui dans d'autres régions les contraignent à se réfugier sur les sols pauvres en calcaire? Les expériences de WHITNEY sur la sécrétion de toxines par les racines devraient être étendues à un grand nombre de plantes ; elles expliqueraient probablement des faits de ce genre.

Enfin, l'auteur signale les notions nouvelles se rapportant à l'origine des espèces, et acquises expérimentalement telles que multiplicité d'origine d'une espèce, production d'espèces stables par croisement, dissémination par le pollen.

A. Pierre ALLORGE.

NOTE

Dans le compte-rendu du dernier volume de la *Flore de France* de M. Georges Rouy, j'avais constaté avec satisfaction que l'auteur avait mis simplement Fougères par exemple, et non Fougéracées. Or, M. S. Briquet me fait remarquer avec raison que le Congrès de Vienne n'a imposé les noms de famille avec la terminaison « acées » que pour ceux tirés d'un nom de genre. Je n'avais pas le texte des décisions du Congrès sous les yeux, mais j'avais été induit en erreur par certains noms, par exemple celui d'Ombellacées, adopté par M. Rouy, ou encore ceux de *Compositaceæ*, *Labiaceæ*, *Umbelliferaceæ*, *Leguminosaceæ*, etc., qui figurent dans la Flore belge de Th. Durand.

G. B.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Danguy, Préparateur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, est nommé Assistant de la chaire de Classification et familles de Phanérogames.

⁂

M. Pellegrin, Docteur ès sciences, est nommé Préparateur de la chaire précédente, en remplacement de M. Danguy.

⁂

M. Rolland Houard, vient de passer avec succès, devant la Faculté des Sciences de Paris, l'examen du Diplôme d'Etudes Supérieures de Botanique sur le sujet suivant : *Recherches anatomiques sur les cécidies foliaires marginales.*

⁂

M. Decrock, Maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Marseille, vient d'être nommé Professeur de Botanique agricole à la même Faculté.

⁂

M. **Jacob de Cordemoy**, est nommé Maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Marseille.

⁂

M. **Laurent**, est nommé Chef des travaux au Laboratoire de Botanique de la même Faculté.

⁂

M. **Ravin**, Pharmacien-major de 1re classe, a soutenu avec succès, devant la Faculté des Sciences de Paris, en vue de l'obtention du grade de Docteur ès sciences naturelles, une thèse relative à ses recherches sur le *Rôle des acides organiques, des sels acides et des sels neutres chez les végétaux.*

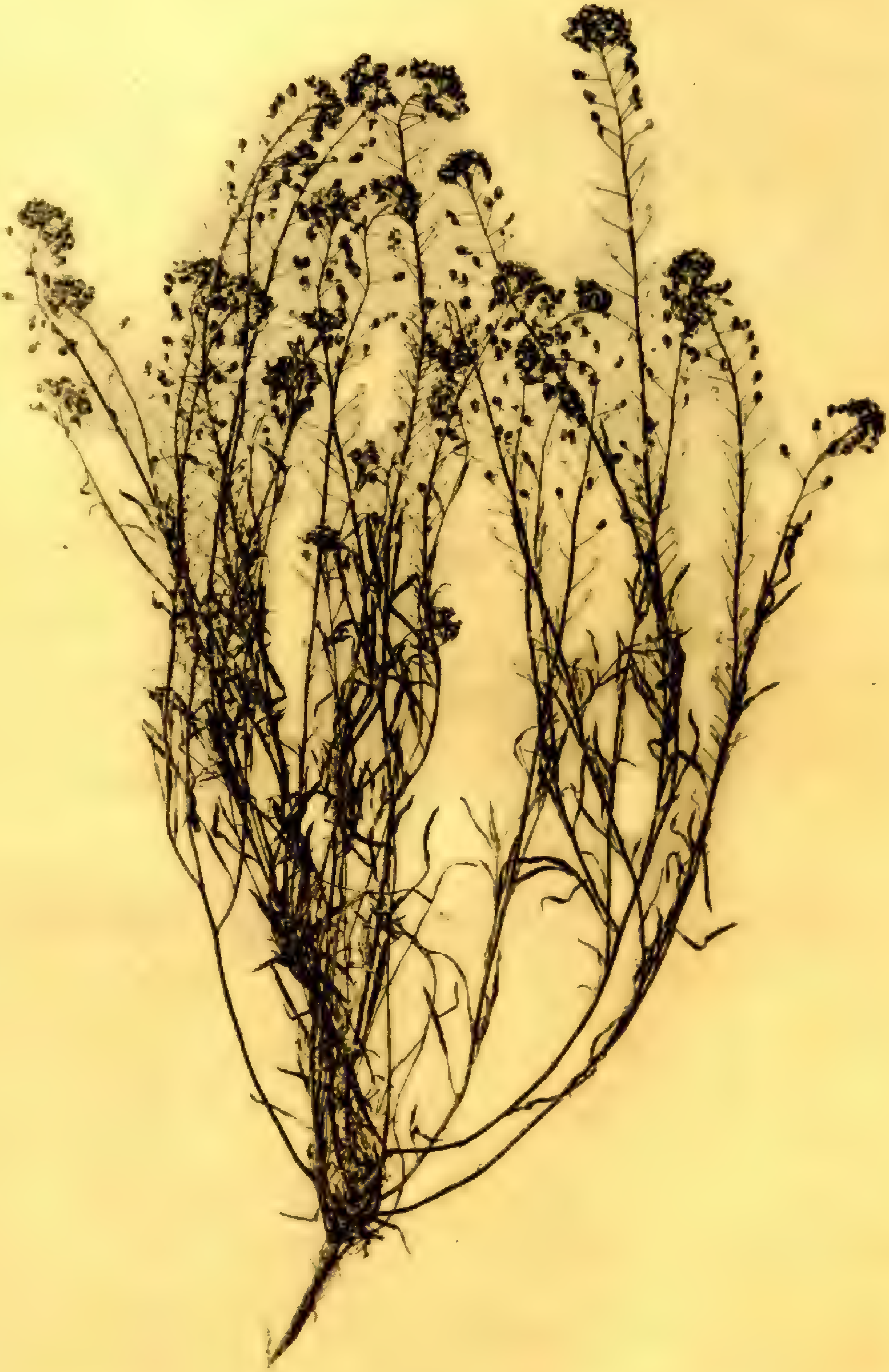
⁂

M. **Viguier**, Maître de Conférences de Botanique coloniale à la Sorbonne, a dirigé, sous les auspices du Gouvernement Général de l'Algérie, en compagnie de MM. **Battandier** et **Trabut**, une excursion botanique des élèves de la Faculté des Sciences de Paris : aux environs d'Alger, dans l'Atlas algérien et dans la région désertique des alentours de Colomb-Béchar.

⁂

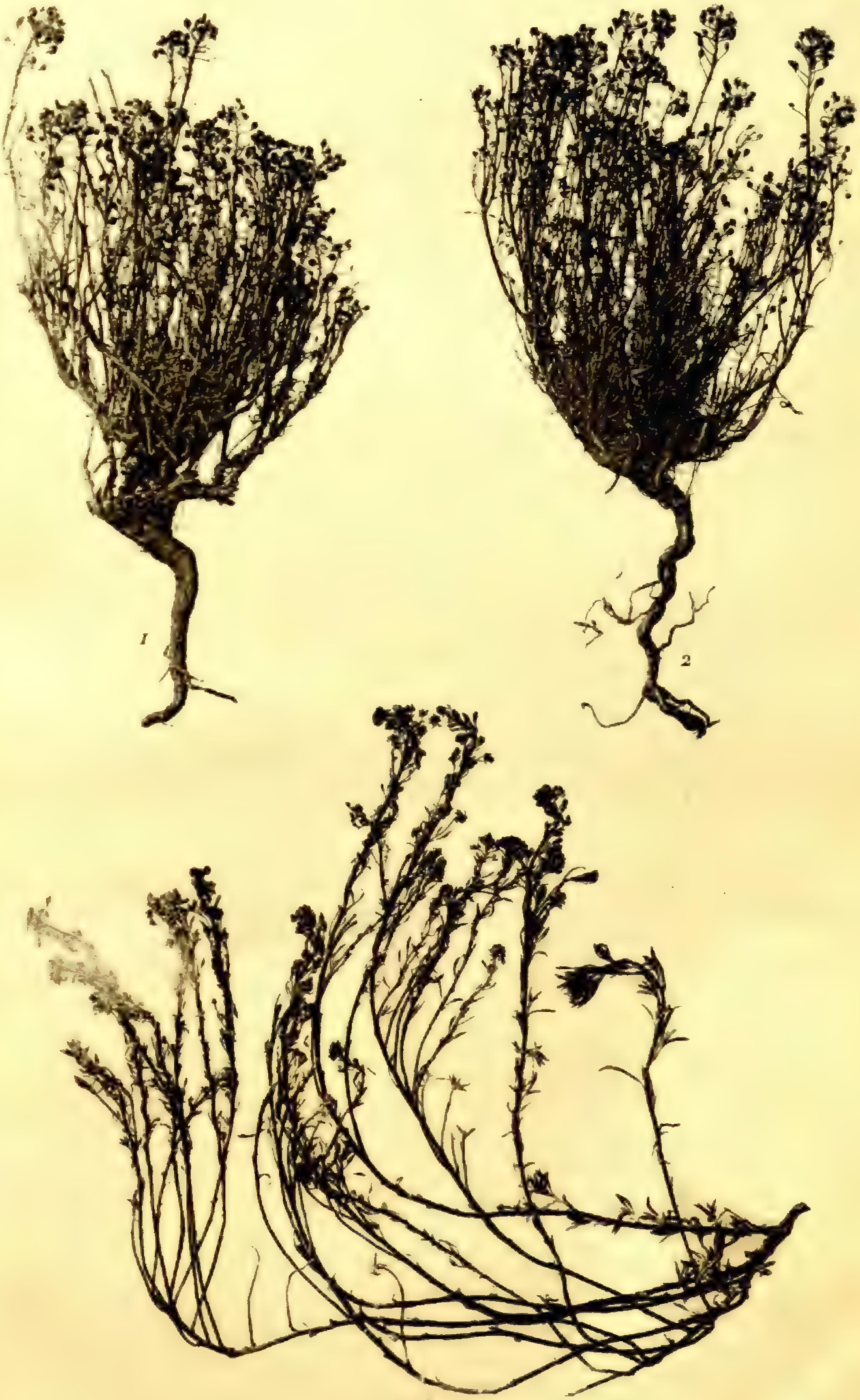
M. **Raybaud**, Préparateur à la Faculté des Sciences, est en outre attaché à l'Institut colonial de Marseille.

Lille.— Imp. PLATEAU & Cie. Le Gérant : Ch. Pieters.



MOLLIARD PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Alyssum maritimum Lmk.



MOLLIARD PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Alyssum densiflorum Lnge. I

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Etranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud directeur-adj. à l'Ecole des Hautes-Etudes.
Colin, (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier
Flot docteur ès sciences.
Fockeu, professeur à l'Université de Lille.
Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.
Gain, professeur à l'Université de Nancy.
Gallaud, docteur ès sciences.
Gatin, docteur ès sciences, préparat. à la Sorbonne.
Goldberg. docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.
Guignard, membre de l'Académie des Sciences.
Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.
Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.
Heckel, prof. à l'Université de Marseille.
Henry, prof. à l'École forestière de Nancy.
Hérissey, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.
Hervier (l'abbé Joseph).
Hickel, inspecteur des forêts.
Hochreutiner. docteur ès sciences, de l'Université de Genève.
Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, prof. au Polytechnicum de Zurich.
Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.
Lagerheim (de), prof. de l'Université de Stockholm.
Laurent, professeur à l'École de médecine de Reims.
Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Lefèvre (J.), professeur à l'École des Sciences du Havre.
Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.
Macmillan (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, prof. à l'Univ. de Besançon.
Maige, professeur à l'Université de Poitiers.
Matruchot, professeur à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.
Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.
Molliard, professeur à la Sorbonne.
Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.
Palladine, prof. à l'Université de St-Pétersbourg.
Paulsen (O^{ve}), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.
Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Prianichnikov, professeur à l'Institut agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).
Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.
Prunet prof. à l'Univ. de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur
Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.
Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.
Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.
Russell (William), doct. ès sciences.
Seignette docteur ès sciences.
Téodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.
Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon
Trabut, prof. à l'École de médec. d'Alger
Tswett, de l'Université de Varsovie.
Vallot (J.). directeur de l'Observat du Mont-Blanc.
Van Tieghem, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.
Viala, prof. à l'Institut agronomique.
Viguier, maître de Conférences à la Sorbonne.
Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.
Vuillemin prof. à la Faculté de méd. de Nancy.
Warming, prof. à l'Univ. de Copenhague.
Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

LILLE.—IMP. PLATEAU & Cie

Le Gérant, Ch. Pieters.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Juin 1914

N° 306

Entered at the New-York Post Office as Second Class matter.

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1914

LIVRAISON DU 15 JUIN 1914

I. — RECHERCHES BIOCHIMIQUES SUR LES SAPONINES, par **Mlle Marie Korsakoff** 225

II. — SUR UNE MUCÉDINÉE CROISSANT SUR LE LIQUIDE DE RAULIN (avec une planche), par **M. Henri Coupin**. 245

III. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'APOTHÉCIE CHEZ LES GRAPHIDÉES (avec une planche en couleurs), par **M. G. Bioret** 249

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 253

Dott. Eva Mameli. — Riposta alla nota del dottor Petri « sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti della Vite ».

A. Chevalier, P. Teissonnier et O. Caille. — Manuel d'Horticulture coloniale.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 255

Planches contenues dans cette livraison :

Planche 5. — *Polymorphomyces Bonnieri.*

Planche 6. — *Graphis, Opegrapha et Arthonia.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LEITZ WETZLAR

NOUVEAU MICROSCOPE BINOCULAIRE
à un objectif

E. LEITZ,
WETZLAR

**Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg,
Londres, New-York.**

MICROSCOPES, MICROTOMES
APPAREILS MICROPHOTOGRAPHIQUES
ET DE PROJECTION
JUMELLES A PRISMES

Catalogues spéciaux gratis sur demande.

REPRÉSENTANTS POUR LA FRANCE :

MM. E. COGIT et C^{ie}, Paris

36, Boulevard Saint-Michel

**LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS**
AVEC LES PLAQUES
**AUTOCHROMES
LUMIÈRE**

***est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire***

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

- **Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.**
- **Projections pour l'enseignement,** lanternes de projections, etc.
- **Enseignement technique, Collections et Matériel.**
- **Pièces d'anatomie humaine comparée** et **botanique** en staff et cire.
- **Mammifères, Oiseaux, Reptiles** et **Poissons,** prix à la pièce.
- **Squelettes montés,** prix à la pièce.
- **Insectes européens** et **exotiques,** prix à la pièce.
- **Coquilles,** prix à la pièce.
- **Animaux invertébrés en alcool,** prix à la pièce.
- **Fossiles et Minéraux,** prix à la pièce.
- **Cabinets** et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
- **Livres d'histoire naturelle.**
- **Instruments** pour l'étude des sciences naturelles.
- **Microscopes, Microtomes.**
- **Préparations microscopiques,** instruments pour la **Micrographie.**
- **Meubles** pour le rangement des collections.
- **Tableaux d'histoire naturelle,** collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant $1^{m}10 \times 0^{m}90$, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
- **Mobilier** et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
- **Musée scolaire** pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5^{e})

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

---

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* $32^{cm}\times 23^{cm}$ (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Etranger : 3 fr. 25).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **20** fr.; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30 fr. 50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (V^{e}).*

LES ÉTABLISSEMENTS
POULENC FRÈRES
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
810-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT

ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de **E. LEITZ**
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la **Micrographie** et la **Bactériologie**.
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & Cie, DE LEIPZIG
Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires, Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* Cogit.

Nemours. — Imprimerie Nemourienne, H. Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy.

RECHERCHES BIOCHIMIQUES SUR LES SAPONINES

par Mlle Marie KORSAKOFF

I

Introduction.

Bien que le rôle et les transformations des hydrates de carbone chez les végétaux aient été étudiés maintes fois et en détails, on ne connaît pas, dans la plupart des cas, le sort de ces composés à partir du moment où ils entrent en combinaisons avec des substances chimiques d'autres catégories. En particulier, lorsque les sucres se lient avec des composés aromatiques pour donner des glucosides, on ne sait dans la plupart des cas, si ces derniers représentent les déchets des échanges de matières ou constituent des substances de réserve après le dédoublement desquelles le sucre et la combinaison aromatique sont employés comme aliments. L'extrême stabilité et l'assimilation difficile des combinaisons à noyau aromatique qui entrent dans la composition des glucosides, laissent supposer, à priori, que ces substances sont des produits d'excrétion. D'autre part, les sucres étant des aliments de premier ordre, il est difficile d'admettre qu'ils restent inutilisés.

La question de l'utilisation des glucosides ne peut pas être résolue d'une manière générale et en totalité en étudiant seulement quelques-uns de ces composés ; le groupe des glucosides est en effet trop grand et trop varié pour que le rôle de ses différents membres dans les plantes soit le même. Tandis que tel glucoside peut être un produit accessoire d'excrétion, il se peut que tel autre, après sa du glucoside au moyen d'un acide. Mais il est certain que dans le précipité obtenu par l'éther se trouvent des hydrates de carbone qui ne deviennent réducteurs qu'après avoir été dédoublés.

J'ai essayé de soumettre le précipité à l'action de différents enzymes : invertine, diastase et émulsine, lesquels, comme on le sait, ne décomposent pas la saponine, et de déterminer la proportion de sucre réducteur après l'action de ces enzymes puis après l'hydrolyse par l'acide. Il était possible de supposer qu'après le traitement par les enzymes, tout le sucre resté non hydrolysé appartenait à la saponine. Mais en réalité il en fut autrement, et à la suite de nombreux essais, je suis arrivée à cette idée, que pour obtenir des résultats exacts, il faut baser la détermination quantitative de la saponine sur l'évaluation de la quantité de sapogénine qui se forme au cours de l'hydrolyse du précipité de saponine et non sur l'évaluation du sucre.

A l'exception des déterminations portant sur des graines, tous les dosages furent faits sur des plantes fraîchement cueillies, car il a été plusieurs fois démontré (1) que certains glucosides, comme par exemple la salicine, se décomposent pendant la dessiccation des tissus végétaux.

La technique que j'employais fut la suivante : la plante, découpée aussi finement que possible, fut traitée à plusieurs reprises par l'alcool à 60° bouillant ; l'extrait fut filtré et évaporé en présence de magnésie après l'élimination de l'alcool. La poudre obtenue fut épuisée trois fois par l'alcool à 80° bouillant ; les solutions alcooliques réunies furent additionnées d'éther, et le précipité formé fut dissout dans une solution aqueuse d'acide sulfurique à 3 °/₀. La liqueur acide fut enfin chauffée pour opérer l'hydrolyse. La sapogénine formée, étant insoluble dans l'eau, fut filtrée, lavée, dissoute dans l'alcool absolu et pesée après l'élimination de l'alcool et dessiccation.

Suivant certains auteurs (2), le dédoublement de la saponine par chauffage avec les acides a lieu progressivement, une partie du sucre se trouvant combinée d'une manière plus stable que le reste. Suivant la concentration de l'acide, la température et la durée du chauffage, la quantité du sucre obtenu peut être différente. Pour obtenir des chiffres comparables, je prolongeai toujours le chauffage pendant une heure en opérant à l'autoclave à 105° et en employant une solution d'acide sulfurique à 3 °/₀.

---

(1) Weevers. loc. cit.

(2) Hesse (Lieb. Ann. Bot. CCLXI, 1891). — Schulz, l. c. — Winterstein u. Blau (Zeit. f. phys. Chim. 1911).

Les essais effectués avec la saponine de Merk m'ont montré que, dans ces conditions, on obtenait la quantité de sucre réducteur maxima ; l'élévation de la température ou l'augmentation de la concentration de l'acide n'augmentait pas la quantité du sucre formé, mais au contraire faisait diminuer cette quantité. Il est néanmoins possible que les conditions les meilleures pour le dédoublement de la saponine de Merk ne soient pas identiquement les mêmes pour la saporubrine et la sapotoxine. Les conditions dans lesquelles j'effectuai ces dédoublements pour tous mes dosages furent cependant les mêmes ; m'intéressant essentiellement aux données comparatives, cette manière d'opérer était suffisamment exacte.

La question du rôle physiologique des saponines chez les végétaux a été peu étudiée jusqu'ici. Un certain nombre d'indications pourraient être acquises sur ce sujet en étudiant la distribution de la saponine dans les différents organes des plantes ; c'est cette raison qui m'a engagée à entreprendre les recherches que je viens de rappeler, ayant pour but de mettre au point une méthode de dosage qui puisse me permettre de déterminer la teneur des tissus végétaux en saponines. J'ai ensuite appliqué la méthode établie à l'étude de la distribution de ces glucosides dans deux plantes : le *Saponaria officinalis* et l'*Agrostemma Githago*.

II

Distribution de la saponine dans les différents organes du SAPONARIA OFFICINALIS.

D'après les recherches de Schulz (1), on ne trouve dans la racine de Saponaire qu'une saponine neutre : la saporubrine. Cet auteur a montré que cette saponine donne par dédoublement 32, 1 °/₀ de sapogénine et 63, 19 °/₀ de sucre. J'ai pris ces chiffres comme base pour mes calculs.

---

(1) Schulz, loc. cit.

J'ai entrepris le dosage de la saponine dans les racines, les tiges, les feuilles et les graines.

Dans toutes les expériences, j'ai employé une partie des organes pour le dosage de la saponine et l'autre partie pour la détermination du poids sec.

Le dosage de la saponine a été fait suivant la méthode que j'ai indiquée plus haut.

Dans certains cas, en particulier lorsque j'opérais sur des feuilles, j'ai été obligée d'extraire la saponine à l'aide de l'eau, car l'alcool entraînait dans la solution, en même temps que la saponine, toute la chlorophylle.

Les plantes ont été récoltées le 20 juin.

Racine. — Pour déterminer le poids sec, j'ai opéré avec 10 gr. de racine fraîche ; le poids sec de ces 10 gr. de tissus frais évalué au moment où il était devenu constant a été de 2 gr, 5472.

Pour doser la saponine, j'ai pris 41 gr, 3 de racine fraîche, dont le poids sec était donc de 10 gr, 516.

Le poids de la sapogénine obtenue a été de 0 gr, 2231.

La proportion de sapogénine représentant 32, 1 °/₀ de la saporubrine, le poids de saporubrine contenue dans 10 gr, 516 de racine sèche est donc 0gr, 6950.

La proportion de saporubrine contenue dans la racine de Saponaire est par conséquent égale à 6, 6 °/₀ du poids sec.

Tige. — Le poids sec de 10 gr. de tige fraîche est égal à 1gr,8687.

Le dosage de la saponine a été fait avec 80 gr. de substance fraîche, dont le poids sec est 14 gr, 9495.

Sapogénine trouvée : 0 gr, 0663.

Saporubrine calculée : 0 gr, 2066.

La proportion de saporubrine contenue dans la tige de Saponaire est donc de 1, 38 °/₀ du poids sec.

Feuille. — Le poids sec de 10 gr. de feuilles fraîches est égal à 2 gr, 1123.

Le dosage de la saponine a été fait avec 80 gr. de substance fraîche, dont le poids sec est 16 gr, 8984.

Sapogénine trouvée : 0gr, 1211.

Saporubrine calculée : 0 gr, 3772.

La proportion de saporubrine contenue dans la feuille de Saponaire est donc de 2, 2 °/₀ du poids sec.

GRAINES MURES. — Le poids sec de 5 gr. de graines est égal à 4 gr, 3395.

Le dosage de la saporubrine a été fait avec 25 gr. de graines, dont le poids sec est 21gr, 6970.

Sapogénine trouvée : 0 gr, 1097.

Saporubrine calculée : 0 gr, 3419.

La proportion de saporubrine est égale à 1, 56 °/₀ du poids sec des graines.

III

Distribution de la saponine dans les différents organes de l'*AGROSTEMMA GITHAGO*.

Suivant les recherches de Brandl, les plus détaillées de celles qui aient été faites sur la saponine de l'*Agrostemma Githago* (1), dans les graines de cette plante se trouvent deux saponines : l'une neutre, sapotoxine et l'autre acide, acide agrostemmique. La quantité de la première dépasse de beaucoup celle de la deuxième. En dédoublant la sapotoxine pure au bain-marie contenant du chlorure de sodium, pendant 4 heures, dans une solution d'acide sulfurique à 4°/₀, Brandl obtint 37, 37 °/₀ de sapogénine et 51, 92 °/₀ de sucre, calculé en glucose. Il trouva que dans la composition de la sapotoxine entrent le glucose, le galactose et l'arabinose. Il faut remarquer que Kruskal (2) trouva que dans le dédoublement définitif, la sapotoxine ne donne en tout que de 24, 3 à 25, 2 °/₀ de sapogénine.

Le calcul de la sapotoxine que comprend le dosage de cette saponine effectué d'après ma méthode donne des résultats bien différents suivant le nombre que je prends pour la quantité de sapogénine fournie par 100 gr. de sapotoxine. Il serait évidemment plus juste de calculer simplement le contenu de sapogénine pour 100 du poids sec, mais comme au point de vue auquel je me place, l'important est d'avoir des nombres comparables et non absolus, j'ai exprimé mes résultats en les rapportant à la sapotoxine. Les conditions dans lesquelles se produisait le dédoublement de la sapotoxine dans les recherches de Brandl s'approchant plus des miennes que les autres, j'ai pris pour base de mes calculs les données de Brandl ; Kruskal produisait le dédoublement de la sapotoxine dans des tubes fermés à la température de 140°.

---

(1) Brandl. (Archiv. f. experim. Path. und Pharm. 1906, t. 54, p. 244).
Kruskal. (Arb. d. pharm, Inst. zu Dorpat, 1891. VI, p. 88).

(2) Kruskal, l. c.

J'ai fait le dosage des saponines dans différents organes de l'*Agrostemma Githago* et ce n'est que dans les graines mûres ou presque mûres que se trouvèrent des réserves considérables de sapotoxine. Ni dans les racines, ni dans la tige, ni dans les jeunes feuilles, je n'ai pu trouver une quantité notable de sapogénine qui aurait pu surpasser les limites de l'erreur de la méthode.

GRAINES MURES DE L'*AGROSTEMMA*. — Poids sec déterminé sur 5 gr. de graines. Poids sec : 4 ^{gr}, 5379.

Pour l'expérience on a pris : 10 gr. de graines, dont le poids sec est calculé égal à 9 ^{gr}, 0758.

Sapogénine obtenue : 0 ^{gr}, 1052.

Sapotoxine calculée : 0 ^{gr}, 2815 ; on suppose que cette sapotoxine renferme 37, 37 °/₀ de sapogénine.

Dans ces graines la sapotoxine représente 3, 1 °/₀ du poids sec.

Les recherches relatives aux saponines de *Saponaria officinalis* exposées plus haut montrent que toutes les parties de la plante, chez la Saponaire, sont riches en saporubrine ; la teneur est un peu plus grande dans les feuilles que dans la tige et les graines où elle est à peu près équivalente ; mais dans la racine la saponine s'accumule considérablement.

Chez l'*Agrostemma Githago* nous voyons quelque chose de tout à fait différent : tous les organes de la plante, sauf les graines, sont dépourvus de sapotoxine ou ce glucoside ne s'y trouve qu'en quantités si minimes qu'elles ne se prêtent pas à l'analyse. Il se trouve que l'accumulation de la saponine dans les deux plantes est parallèle à l'accumulation des substances nutritives de réserve. La racine puissante de Saponaire apparaît comme le point où d'année en année s'accumulent les substances nutritives. Je ne puis pas donner ici une liste détaillée des substances nutritives qui s'accumulent dans la racine, mais je dirai quelques mots de l'une de ces substances, la lactosine, trouvée par Meyer (1) dans cet organe de la Saponaire.

---

(1) A. Meyer. Ueber Lactosin. (Ber. d. d. ch. Ges. 1884. I. 685).

Cette substance, je crois, n'a pas été étudiée depuis, et quelques auteurs ont même douté de son existence.

Meyer appelle lactosine un hydrate de carbone soluble, donnant selon lui du lactose à l'hydrolyse. Il faut certainement comprendre sous le nom de lactose un mélange de glucose et de galactose, sucres qui s'obtiennent dans l'hydrolyse.

En déterminant la saponine, j'ai constaté dans la racine de Saponaire la présence d'un certain hydrate de carbone, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, ne réduisant pas la liqueur de Fehling avant l'hydrolyse par un acide, ne se dédoublant ni par l'invertine, ni par la diastase, ni par l'émulsine.

C'est précisément la présence de cet hydrate de carbone, que je ne soupçonnais pas au commencement de mon travail, qui m'a fait obtenir des nombres démesurément grands quand je calculais la quantité de saponine d'après la quantité de sucre obtenu après l'hydrolyse.

La lactosine est encore une substance peu étudiée et je ne prétends pas que l'étude que j'en ai faite soit précise. Elle montre seulement qu'il existe dans la racine de Saponaire un hydrate de carbone qui sert de substance nutritive de réserve car sa quantité diminue pendant la période de croissance. Je déterminai dans l'extrait des racines la quantité de sucres ne réduisant pas la liqueur de Fehling avant l'hydrolyse et ne se dédoublant ni par l'invertine, ni par la diastase, ni par l'émulsine, mais se décomposant à l'ébullition en présence d'un acide et donnant en même temps des combinaisons réductrices qui n'appartiennent pas aux saponines. La quantité de ces sucres dans la racine de Saponaire poussant sur un sol rocheux, inculte, pour 14 ^{gr}, 2 du poids sec de la racine fut de 2 ^{gr}, 8905, ce qui représente 20, 3 °/₀. Dans les racines de Saponaire qui poussaient sur un sol cultivé et provenaient d'exemplaires mieux développés, la proportion de ces sucres était comparativement plus élevée. Dans un individu cueilli le 28 juin, avant le commencement de la floraison, pour 2 ^{gr}, 8458 du poids sec de la racine j'ai trouvé 0 ^{gr}, 7091 de ces sucres, c'est-à-dire 24, 9 °/₀. Dans l'individu qui poussait à côté du précédent, mais qui fut cueilli quinze jours après, période pendant laquelle la plante se développant très énergiquement se préparait à la floraison, pour 2 ^{gr}, 84 du poids sec, j'ai trouvé 0 ^{gr}, 6061 de sucres, ce qui représente 21, 3 °/₀. Cette petite digression a pour but de montrer que la racine de Saponaire renferme en effet un dépot de substances nutritives de réserve.

Les graines de l'*Agrostemma Githago,* comme d'ailleurs toutes les graines en général, sont riches en substances nutritives. D'après les dosages de Lehmann et Mori, on y trouve essentiellement de l'amidon et des sucres — 47, 87 °/₀, puis des graisses — 7, 09 °/₀ et des albuminoïdes — 14, 46 °/₀.

Chez la Saponaire, espèce vivace, la racine est l'unique organe, dans lequel affluent et s'accumulent durant toute la vie de la plante les substances nutritives ; les graines de Saponaire étant très petites, ne peuvent pas contenir de grandes quantités de réserves.

Chez l'*Agrostemma,* espèce annuelle, les racines sont très peu développées, l'afflux des substances nutritives ne s'y dirige pas, il se dirige probablement en totalité vers les graines.

Il résulte donc de ce qui vient d'être dit que dans les organes riches en substances nutritives s'accumule aussi la saponine. Cette accumulation peut se produire de deux façons : ou la saponine se forme dans les graines mêmes *(Agrostemma Githago)* et dans la racine *(Saponaria officinalis)* ou bien elle y arrive en même temps que les autres combinaisons, en particulier avec les hydrates de carbone, l'ensemble de ces composés organiques se dirigeant énergiquement vers ces organes. Pour élucider cette question, il m'a paru intéressant d'étudier la formation de la sapotoxine dans les graines de l'*Agrostemma Githago.*

IV

Dosage de la saponine et des sucres au cours de la formation et de la germination des graines de l'*AGROSTEMMA GITHAGO*

Dans les expériences ci-dessous, j'ai déterminé la quantité de sapotoxine et de sucres dans les graines aux différents stades de leur maturation. En outre, j'ai déterminé parallèlement la quantité des mêmes substances dans les feuilles, où se forment les hydrates de carbone, et dans les péricarpes non mûrs par lesquels doivent pénétrer dans les graines toutes les substances nutritives.

La sapotoxine a été déterminée, suivant la méthode indiquée ci-dessus, dans une partie des organes, une autre partie servait au dosage des sucres, une troisième partie était destinée à la mesure du poids sec.

Pour déterminer la quantité des sucres, je procédais de la façon suivante : je plongeais une part des organes frais, finement divisés, dans l'alcool à 90° bouillant, pour tuer rapidement tous les enzymes qui s'y trouvaient. Après une ébullition d'une 1/2 heure, en présence de CO^3Ca, je filtrais et ensuite j'épuisais de nouveau le produit à l'aide de l'alcool bouillant pendant une demi-heure. Le résidu restant après ce traitement était séché dans une étuve à la température de 33°, ensuite réduit en poudre fine, puis traité encore une fois par l'alcool à 90°. Puis, l'alcool des liquides d'épuisement réunis était éliminé par distillation sous faible pression à la température de 40-50° ; mais, après avoir constaté que la distillation de l'alcool à la pression ordinaire n'amenait pas la décomposition des sucres, j'ai effectué la distillation au bain-marie sans diminuer la pression. La solution aqueuse ainsi obtenue était filtrée, amenée à un volume déterminé, et partagée en deux parties. Le glucose et les différents sucres réduisant immédiatement la liqueur de Fehling ne constituent qu'une partie des sucres totaux se trouvant dans n'importe quel organe de la plante. On y rencontre souvent du sucre de canne dont la quantité peut être déterminée après son inversion par l'invertine. C'est pour cela qu'une partie de ma solution a été employée pour déterminer les sucres réduisant la liqueur de Fehling, sucres que je calculais en glucose, et l'autre partie pour déterminer les sucres se dédoublant sous l'action de l'invertine.

Le dosage des sucres était effectué suivant la méthode de Bertrand. Pour débarrasser les solutions des impuretés, je les précipitais préalablement par l'oxyde de fer colloïdal ou par l'acétate neutre de plomb, l'excès de réactif étant éliminé par le carbonate de sodium. Les expériences comparatives montrèrent que les deux moyens de purification donnent des résultats identiques ; je me suis donc servie des deux, quoique dans la majorité des cas j'employais le sel de plomb.

Pour doser la saccharose, j'ai voulu utiliser la méthode de Bourquelot (1). Le principe de cette méthode est le suivant : On détermine d'abord dans l'extrait végétal la quantité de sucre qui réduit la liqueur de Fehling, puis on fait une seconde détermination après avoir fait agir l'invertine ; on détermine parallèlement la déviation du plan de polarisation avant et après l'action de l'enzyme. D'après ces deux données, on déduit la quantité de saccharose ; si les deux calculs concordent, c'est la preuve que c'est bien du saccharose qui se trouve dans la solution. Malheureusement, je n'ai pas réussi à mesurer avec précision la déviation du plan de polarisation avec mes solutions. Les solutions fortement diluées ne donnaient pas de déviations suffisantes pour avoir des données précises ; les solutions plus concentrées, étant très colorées, assombrissaient trop le champ visuel. Ainsi, j'ai été forcée de me restreindre à déterminer la quantité de sucre par dosage à l'aide de la liqueur de Fehling avant et après l'action de l'invertine. La différence existant entre ces deux résultats représentait la quantité de sucre résultant de l'hydrolyse effectuée par l'invertine. Ainsi, il est seulement très probable, mais non certain, que le sucre réducteur qui s'était formé au cours de l'inversion résultait du dédoublement du saccharose. L'action de l'invertine sur les solutions préalablement additionnées de fluorure de sodium était prolongée pendant trois jours. Deux expériences étaient mises en train en même temps ; l'une des solutions, servant de contrôle, était dépourvue d'invertine, l'autre renfermait au contraire ce ferment.

---

(1) Bourquelot. — (Archiv. d. Pharm. 1907. 245, p. 164).

Les résultats obtenus dans ces recherches sont réunis dans les tableaux des pages suivantes.

On peut déduire des résultats obtenus les conclusions suivantes :

Les sucres émigrent des feuilles où ils se forment avec une telle rapidité que leur proportion reste insignifiante dans ces organes. Les composés sucrés ne s'accumulent pas dans les péricarpes, ainsi que l'indique la faible proportion de sucres contenue dans ces organes, ils traversent le péricarpe et passent dans les graines où ils s'accumulent dès le début de leur formation. Il est permis de supposer que toutes les autres substances qui s'élaborent dans les feuilles passent dans les graines en même temps que les sucres.

Chez les plantes qui viennent de terminer leur floraison, dans les jeunes graines, la synthèse des substances de réserve ne se fait pas assez vite pour que la totalité des sucres qui pénètrent ait le temps d'être transformée, aussi la teneur en sucre est-elle très grande dans ces graines.

AGROSTEMMA GITHAGO

1er TABLEAU

ORGANES ANALYSÉS	POIDS FRAIS	POIDS SEC	SAPOGÉNINE	SAPOTOXINE	SAPOTOXINE °/₀ du poids sec
1. Très jeunes graines récoltées peu de temps après la fin de la floraison	50 gr.	7^{gr},521	0	0	0
2. Très jeunes graines récoltées peu de temps après la fin de la floraison	75 gr.	10^{gr},9725	0	0	0
3. Graines plus avancées ayant presque atteint la grandeur normale, mais encore molles et blanches	20 gr.	3^{gr},378	0,0086	0,0230	0,68
4. Graines à peu près au même stade que les précédentes	75 gr.	13^{gr},5354	0,0252	0,0674	0,49
5. Graines presque complètement mûres	10 gr.	9^{gr},0758	0,1052	0,2815	3,3
6. Jeunes feuilles	40 gr.	8^{gr},1508	0	0	0
7. Péricarpes récoltés peu de temps avant la fin de la floraison	13 gr.	11^{gr},7632	0	0	0

AGROSTEMMA GITHAGO

2^{me} TABLEAU

ORGANES	POIDS FRAIS	POIDS SEC	GLUCOSE	GLUCOSE °/₀ de poids sec	SACCHAROSE	SACCHAROSE °/₀ de poids sec
Très jeunes graines	25 gr.	3^{gr},6575	0,4345	11,88	0,3187	8,71
Graines plus avancées	28 gr.	4^{gr},5118	0,1408	3,1	0,0244	0,54
Graines comme les précédentes	28 gr.	4^{gr},5118	0,1511	3,3	0,0316	0,7
Graines mûres	5^{gr},35	4^{gr},8038	0,0149	0,31	0,0696	1,4
Graines mûres	8 gr.	7^{gr},2057	0,0194	0,27	0,1226	1,7
Jeunes feuilles	50 gr.	10^{gr},5475	0,085	0,8	0,1669	1,58
Péricarpes récoltés lorsque les graines sont encore très jeunes	25 gr.	5^{gr},165	0,1001	1,94	0,0994	1,93

Les résultats les plus importants contenus dans les tableaux 1 et 2 sont rapprochés dans le 3^{me} tableau.

AGROSTEMMA GITHAGO

3^me TABLEAU

	GLUCOSE	SACCHAROSE	SAPONINE
Feuilles	0,8	1,58	0
Péricarpes	1,94	1,93	0
Graines très jeunes	11,88	8,71	0
Graines plus avancées	3,1	0,54	0,49
—	3,3	0,7	0,68
Graines mûres	0,27	1,7	3,3
—	0,31	1,4	3,5

Pendant le stade suivant du développement des graines, lorsque ces dernières ont presque atteint leur grandeur définitive, mais ont conservé encore leur consistance molle et leur couleur blanche, la synthèse des matières de réserve se produit plus rapidement et on constate que la proportion de sucres baisse fortement.

Le dosage de la saponine dans les feuilles, les péricarpes et les graines a montré que ce glucoside n'existe ni dans les feuilles, ni dans les péricarpes, ni dans les très jeunes graines, ou s'il s'y trouve, c'est en quantité tellement faible qu'elle n'est pas accessible à l'analyse. La saponine n'apparaît que dans les graines plus avancées. Cela permet de faire deux hypothèses quant à la formation de la saponine dans les graines :

Ou la sapotoxine se forme en quantités infimes dans les feuilles, d'où elle passe dans les graines avec les sucres, ou elle se forme dans les graines mêmes. Le fait que dans les graines non mûres, malgré la teneur très grande en sucres, la sapotoxine n'a pas été décelée est en contradiction avec la première hypothèse. Si les sucres et la sapotoxine arrivaient simultanément des feuilles, leur accumulation dans les graines devrait se produire parallèlement. Suivant les calculs de Lebmann et Mori, il existe dans les graines mûres à peu près 50 °/₀ d'hydrates de carbone totaux. Mes calculs donnent à peu près 3,4 de sapotoxine dans ces graines mûres. Dans les jeunes graines on trouve 20 °/₀ de sucres ; par conséquent, on devrait y trouver environ 1 °/₀ de sapotoxine. Or la sapotoxine n'apparaît dans ces graines qu'à partir du moment où une partie des sucres y est dépensée pour la formation des substances de réserve.

Les faits ci-dessus sont en concordance avec l'hypothèse d'après laquelle la saponine se formerait dans les graines mêmes, en même temps que les substances de réserve. Cette explication trouve encore un appui dans les résultats que j'ai obtenus en étudiant les graines de l'*Agrostemma Githago* parvenues à une maturation complète.

Par contre, la distribution de la saporubrine dans le *Saponaria officinalis* permet de penser que cette saponine se forme dans les feuilles; cette supposition nous amènerait à la conclusion que dans les deux plantes citées, la formation de la saponine se produit dans des conditions différentes. Tandis que chez l'*Agrostemma* la saponine se forme dans un organe dépourvu de chlorophylle et où a lieu une accumulation considérable de substances de réserve, chez le *Saponaria* le glucoside se forme à la lumière, dans les feuilles où a lieu la synthèse des sucres, mais d'où ces sucres émigrent plus ou moins vite vers les autres organes.

Toutefois, la présence d'une quantité considérable de saponine dans les feuilles de *Saponaria* peut être expliquée d'une autre manière: la saponine se forme dans les racines où elle existe en grande proportion ainsi que le montrent mes analyses, en même temps que les différentes substances de réserve; elle passe de là avec ces mêmes substances de réserve dans les divers organes, et par conséquent dans les feuilles. Cette explication permettrait d'admettre l'analogie de formation des saponines dans les deux plantes : Dans l'*Agrostemma*, ainsi que dans le *Saponaria*, les saponines se formeraient dans les organes où s'accumulent les substances de réserve, et parallèlement avec ces dernières.

Il est évident que pour résoudre cette question du lieu de formation de la saponine de nouvelles expériences sont nécessaires, dont les résultats confirmeront ou détruiront l'hypothèse de la formation de la saponine dans les graines ou les racines qui me paraît la plus vraisemblable.

La saponine est-elle une substance de réserve ou un produit accessoire, non susceptible d'être utilisé ultérieurement par la plante? Cette question peut être résolue avec le plus de précision en effectuant des expériences avec des graines en germination.

Les variations de la quantité des glucosides qu'on observe pendant 24 heures, ou pendant les stades différents de la période végétative, dans les organes en voie de croissance active, les bourgeons par exemple, ou dans les organes qui assimilent, tels que les feuilles, peuvent être expliquées non seulement par la consommation des glucosides, mais aussi par leur migration.

Dans les graines en germination, on peut calculer d'une manière précise la quantité de glucoside existant avant et après la germination.

Les travaux relatifs à la variation de la teneur en glucosides (pendant la croissance) dans les plantes, montrent que la proportion de ces substances ne reste pas constante dans un organe donné au cours de son développement. Ainsi Weevers (1) a établi que, pendant la croissance des branches de *Salix purpurea*, la quantité de salicine y tombe de 7 à 1 °/₀. Danjou (2) a montré qu'il y a beaucoup moins de syringine dans les vieilles feuilles de *Syringa vulgaris,* que dans les jeunes. Cette diminution de la quantité de glucosides pendant la croissance des jeunes organes, et sa disparition des organes vieillissants amènent ces auteurs à la conclusion que les glucosides sont des substances de réserve, employées par les plantes pendant leur croissance.

Parmi les rares travaux relatifs au rôle des glucosides dans les graines en germination, le plus grand nombre ont été effectués par la méthode microchimique. Tels sont les travaux de Molle (3), Abo (4), etc.

Les analyses quantitatives faites par Lehmann (5) et Jorissen (6) sur l'amygdaline des amandes en germination ont amené ces deux auteurs à des conclusions contraires. Tandis que Lehmann considère l'amygdaline comme une substance de réserve qui est consommée pendant la germination des graines, Jorissen trouve que la quantité d'amygdaline augmente pendant la germination.

Quant au rôle de la saponine pendant la germination des graines, je ne connais que le travail de Weevers à ce sujet sur les fruits

(1) Weevers. (Jahrb. Wiss. Bot. xxxix, p. 243).

(2) Danjou. (Archiv. der Pharm. 1907, p. 200).

(3) Molle. (Mémoires de l'Acad. royal. de Belgique. T. LIII, 1895).

(4) Abo. (Annales Agronomiques xxv, 621).

(5) Lehmann.

(6) Jorissen. (Bull. Ac. royale de Belgique (3) T.v, p. 750. T.VII, p. 736).

d'*Æsculus Hippocastanum* (1), dans lequel le dosage des glucosides est fait, selon moi, suivant une méthode peu précise. D'après les analyses de Weevers, la quantité de glucosides diminue pendant la germination des graines à la lumière comme à l'obscurité, et cette diminution a lieu plus énergiquement à l'obscurité.

Je n'ai pas réussi à mener à bien les expériences entreprises sur les graines de *Saponaria officinalis* parce que ces graines germaient d'une manière très irrégulière; j'ai dû me borner à expérimenter avec les graines de l'*Agrostemma Githago* qui germent très facilement. Je prenais pour mes expériences une quantité déterminée (en poids) de graines qui étaient placées dans les conditions convenables pour que la germination s'effectue; dans une portion parallèle, je déterminais la saponine.

Lorsque les jeunes plantules étaient suffisamment développées, environ trois ou quatre semaines après le début de la germination, j'effectuais le dosage de la saponine dans ces jeunes plantes.

Ma première expérience fut faite à l'obscurité. Les graines étaient placées sous une cloche de verre à travers laquelle passait continuellement un courant d'air humide. L'expérience dura 28 jours, elle fut arrêtée lorsque, dans certaines plantules (peu nombreuses, il est vrai) restées tout à fait saines et robustes jusqu'alors, commencèrent à apparaître des taches jaunâtres.

Les dosages effectués dans les graines non germées et dans les jeunes plantules ont donné les résultats suivants :

Graines non germées : — Poids des graines mûres analysées : 25 gr. Poids sec de ces graines : 23^{gr}, 8966.

Quantité de sapogénine trouvée : 0^{gr}, 3141.

Quantité de saponine calculée : 0^{gr}, 8405.

Les graines renferment donc 3,5 de saponine pour 100 de substance sèche.

Graines germées : — La germination a eu lieu à l'obscurité. Les plantules ont été récoltées 28 jours après le début de la germination.

25 gr. de graines ont été mises en germination. Après 28 jours, les jeunes plantules récoltées furent séchées dans une étuve à 30° ; une partie de ces germes fut prise pour déterminer le poids sec, l'autre pour doser la saponine.

---

(1) Weevers, l. c.

Connaissant le poids sec d'une partie des germes, j'ai pu calculer le poids sec de tous les germes.

Poids sec de l'ensemble des plantules : 11 gr, 5.

Quantité de sapogénine trouvée dans ces plantules : 0 gr, 325.

Saponine calculée : 0 gr, 874.

Ainsi, la saponine forme 7,6 pour 100 de la substance sèche des germes.

Une grande partie des substances constitutives des graines a disparu au cours de la germination, le poids sec de 25 gr. de graines étant 23 gr,89 avant la germination et 11 gr,50 après, mais la saponine ne figure pas parmi ces substances, on la retrouve en totalité 28 jours après la germination, puisque 25 gr. de graines renferment 0,84 de saponine avant la germination, et 0,87 après.

Dans la deuxième expérience, les graines placées dans un cristallisoir, sur de la pierre ponce, furent mises à germer à la lumière.

Graines non germées : Poids des graines mûres analysées : 10 gr. Poids sec : 8 gr, 8752.

Quantité de sapogénine trouvée : 0 gr, 1103.

Quantité de saponine calculée : 0 gr, 2951.

Les graines renferment donc 3,32 de saponine pour 100 de substance sèche.

Graines germées : — 10 gr. de graines ont été mises à germer à la lumière. La récolte a été faite 28 jours après le début de la germination.

Poids sec de l'ensemble des germes : 4 gr, 9146.

Quantité de sapogénine trouvée : 0 gr, 1391.

Quantité de saponine calculée : 0 gr, 3418.

La saponine constitue donc 6,96 pour 100 de la substance sèche des plantules.

Dans ce cas encore, la saponine n'a pas été utilisée au cours de la germination, puisque 10 gr. de graines renferment 0 gr, 29 de saponine avant la germination, et 0 gr, 34 après.

Les essais effectués en vue de reproduire les expériences sur la germination dans des conditions stériles n'a pas réussi. Pour la stérilisation des graines, j'ai employé l'eau oxygénée, le sublimé étant nuisible à la capacité germinative des graines de Nielle. La stérilisation des graines fut faite d'après les indications publiées par Pinoy et Magrou (1).

On sait combien il est difficile d'atteindre la stérilité parfaite quand on a affaire à un grand nombre de graines. Dans le cas dont il s'agit, il est peut-être possible d'expliquer la non-réussite des essais par l'insuffisance de l'antiseptique que j'ai été obligée d'employer. Je pense que le fait de ne pas avoir obtenu la stérilité complète ne diminue pas la signification des résultats négatifs de mes expériences. Les bactéries auraient pu favoriser la décomposition de la sapotoxine, mais il est peu probable qu'elles aient pu contribuer à sa formation.

L'expérience ci-dessous, dans laquelle j'ai essayé de réaliser les conditions de stérilité fut faite à l'obscurité, dans un grand ballon, à travers lequel passait un lent courant d'air filtré à travers du coton stérilisé.

Les graines non germées sur lesquelles a porté le dosage de la saponine ont préalablement été traitées par H^2O^2, et lavées à l'eau autant de fois que les graines qui ont été mises en germination, de façon que les graines germées soient tout à fait comparables aux graines non germées Les graines avec lesquelles ces expériences ont été faites avaient été récoltées dans un autre endroit et à un autre moment que celles dont je me suis servie dans les recherches précédentes. Je n'ai établi le poids sec ni des graines non germées, ni des germinations, car j'ai jugé que la comparaison de la quantité de sapotoxine des graines et des germes pouvait donner des résultats parfaitement clairs.

10 gr. de graines non germées ont été soumises à l'analyse.

Sapogénine trouvée , 0 gr, 1584.

Sapotoxine calculée : 0 gr, 4238.

10 gr. de graines ont été mises à germer à l'obscurité; on a récolté les plantules 3 semaines après le début de la germination.

Sapogénine trouvée = 0 gr, 1569.

Sapotoxine calculée = 0 gr, 4118.

Les expériences ci-dessus effectuées avec les graines de l'*Agrostemma* germées montrent que, même dans les conditions de nutrition les plus défavorables, les réserves de saponine qui s'y trouvent ne diminuent pas et que, par conséquent, les sucres qui entrent dans la composition des glucosides ne peuvent pas être consommés par la plante. Ce fait est en contradiction avec l'opinion assez répandue que les glucosides sont des substances nutritives de réserve.

---

(1) Pinoy et Magrou : Sur la stérilisation des graines. *(Bulletin de la Société botanique de France,* 4e série. Tome XII, pages 609-612, 1912).

Il est possible de faire une division dans l'ensemble des glucosides suivant la plus ou moins grande facilité avec laquelle ces corps sont hydrolysés par les enzymes. Un premier groupe renferme les glucosides facilement hydrolysables par les enzymes ; on peut y placer l'amygdaline, la salicine, etc ; un second groupe est représenté par les glucosides qui sont difficilement attaqués par les enzymes. La saponine fait partie de ce dernier groupe. L'enzyme qui dédoublerait les saponines n'a pas encore été découvert.

La stabilité relative des saponines peut expliquer dans une certaine mesure le fait que ces glucosides ne sont pas utilisés au cours de la germination des graines.

La plus grande partie de mon travail a été faite au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Je tiens à exprimer ma vive reconnaissance à M. Gaston Bonnier pour l'hospitalité et la bienveillance que j'y ai trouvées, ainsi que pour les précieux conseils que j'ai reçus de lui et de M. Raoul Combes.

SUR UNE MUCÉDINÉE
CROISSANT SUR LE LIQUIDE DE RAULIN

par M. Henri COUPIN

Lorsqu'on abandonne à l'air, dans un cristallisoir, par exemple, du liquide de Raulin, milieu excellent pour la nutrition des Champignons, on ne tarde pas à y voir apparaître diverses moisissures qui s'y localisent en disques flottants plus ou moins épais et, entre eux, un voile d'abord grisâtre qui finit par s'immerger pour, bien souvent, être remplacé par un nouveau. Duclaux (1) avait déjà appelé l'attention sur ce voile qui, d'après l'examen microscopique auquel il s'était livré, s'était montré constitué par une levure à laquelle il avait donné le nom de « mycolevure, destiné à rappeler que l'espèce en question présentait un caractère intermédiaire entre les Levures et les Mucédinées ». Sans vouloir discuter cette opinion, qui est peut-être sujette à caution, et, à coup sûr, basée sur des observations certainement un peu superficielles, je veux noter ici que les voiles en question ne sont pas toujours constitués par des levures, ce qui d'ailleurs était probable, *a priori*, l'ensemencement étant laissé au hasard. Dans ceux que j'ai obtenus en abondance, j'ai pu me rendre compte que, dans la plupart, les Levures étaient ou très rares ou même parfois absentes (je les ai, d'ailleurs, isolées et j'y reviendrai ultérieurement). Les voiles étaient constitués presque *in toto* par un autre champignon ne bourgeonnant pas et se classant plutôt parmi les Mucédinées. J'ai cultivé ce champignon en cultures pures, soit sur liquide Raulin stérilisé (dans un ballon ou en gouttes suspendues), soit sur gélose, gélatine, carotte, pomme de terre, etc. Ce sont les observations que j'ai pu faire sur lui que je vais relater rapidement.

---

(1) Duclaux. Microbiologie, Tome III.

Sur liquide Raulin on trouve d'abord des cellules parfois arrondies, plus souvent ovoïdes ou cylindroïdes (planche 5 fig. 7) avec les deux extrémités arrondies ou en tonnelets, isolées ou réunies à deux (plus rarement à 3, 4, 5), ayant, par exemple, les dimensions suivantes : 4 μ sur 2 μ 5, 2 μ 5 sur 3 μ. A l'intérieur, il y a un protoplasme granuleux, avec un noyau au milieu, des granules réfringents vers les deux extrémités et des granulations métachromatiques facilement décelables avec le rouge neutre. Très rapidement ces cellules germent et se prolongent à une extrémité (parfois, mais plus rarement aux deux) en un long filament (fig. 1 et 2), simple ou peu ramifié, d'abord entier, puis cloisonné de loin en loin. Ces filaments se scindent, presqu'aussitôt leur formation en éléments allongés en forme de boudins (fig. 3 et 4), parfois un peu irréguliers (environ 17 à 18 μ sur 1 à 1 μ, 5) qui se désarticulent et s'isolent. Ces articles isolés présentent à leur tour des membranes transversales, mais peu éloignées les unes des autres (fig. 5). Les cellules ainsi limitées ne tardent pas, à leur tour, à se gonfler un peu (fig. 6), et à se désarticuler en éléments en forme de tonnelets identiques à ceux d'où nous sommes partis (fig. 7).

Il arrive assez souvent que, dans un même filament, certaines cellules seules se gonflent, tandis que d'autres restent étroites et, dès lors, réunissent les précédentes (fig. 11). Ces cellules minces subsistent parfois en gardant leur protoplasme ; plus souvent elles meurent par disparition de ce dernier et, réduites à leur membrane qui s'est épaissie (fig. 8), se cassent facilement en tronçons qui restent adhérents (fig. 10) aux cellules gonflées. Ces cellules à appendices sont très fréquentes dans les préparations.

Quand le voile devient plus vieux, c'est-à-dire au bout de cinq à six jours, les cellules arrondies ou ovoïdes, isolées ou groupées en files de 2, 3, 4, s'entourent d'une épaisse membrane et passent à l'état de vie ralentie. Ces kystes (fig. 18) ont des formes variables. En outre, d'autres cellules, de même origine, mais évoluant différemment, restent unies entre elles, s'allongent un peu (de manière à avoir par exemple 5 à 10 μ, sur 2 à 4 μ), épaississent fortement leur membrane et gonflent souvent leurs deux extrémités de manière à avoir les formes d'un long sablier ou d'un tibia. Ces cellules s'articulent les unes avec les autres d'une manière très irrégulière et constituent de petits arbuscules (fig. 30, 31, 32) d'une forme tellement variée qu'il ne faut pas songer à en donner la moindre description : ils se remarquent de suite par cette irrégularité même, par l'épaisseur des membranes et leur aspect noueux. Ils sont formés de deux à une dizaine de cellules presque toutes plus longues que larges. Il n'est pas rare, cependant, de voir les rameaux se terminer par des kystes arrondis ou ovoïdes, solitaires ou fixés deux à deux (rarement plus), qui s'isolent parfois en entraînant avec eux la cellule voisine, morte, à membrane épaisse et cylindrique (fig. 33), lui constituant un prolongement très fréquent.

En cultivant le champignon sur gélose nutritive (avec peptone et glucose) en couche très mince, par exemple, à la face inférieure de la lamelle mince d'une chambre humide Van Tieghem et Le Monnier, on voit, dès le lendemain, les cellules (fig. 7) germer à un pôle (rarement à deux) (fig. 12) et émettre des filaments (fig. 13) d'environ 2 μ de large et une quinzaine de μ de long. Ces filaments sont d'abord continus, puis, très rapidement, à une faible distance de la partie renflée, se coupent par des membranes transversales en éléments quadrangulaires, se désarticulent presque aussitôt en fragments. Ceux-ci gonflent et se transforment en cellules analogues à celles d'où elles proviennent.

Sur gélose en plaque, en couche épaisse, les filaments rayonnent tout autour de la strie centrale, au point d'atteindre près d'un-demi à trois centim. (fig. 23). Ces filaments sont très longs, très ramifiés (fig. 24), immergés dans le substratum (sauf parfois aux extrémités). Ils restent un jour ou deux à cet état (fig. 26), puis se coupent en totalité (fig. 27) ou en partie (fig. 29) par des cloisons transversales en éléments qui se désarticulent et se gonflent en cellules en tonnelets qui, à leur tour, germent quand on les met dans un milieu neuf. Si l'on ne suivait pas le développement de ces cellules, on pourrait croire — ainsi qu'on en a l'impression en regardant la fig. 29, — qu'il s'agit de *conidies* poussées successivement par le filament sur lequel elles reposent, comme cela a si fréquemment lieu chez les Champignons. En réalité, leur origine est toute différente ; ce sont des *filaments désarticulés,* que l'on appelle quelquefois des *spores mycéliennes* bien que l'épithète de « spores » semble leur convenir assez mal, ainsi qu'on le verra plus loin par leur manière de se comporter en culture sur carotte.

Sur gélatine, il n'y a pas liquéfaction et les caractères sont les mêmes que sur gélose, sauf que les filaments sont plus longs et plus ramifiés en « feuilles de Fougère ».

Sur carotte et sur pomme de terre, la multiplication ne s'opère pas de la même façon. On obtient un enduit caséeux exclusivement constitué par des cellules végétatives en tonnelets, avec des vacuoles au milieu. Ces cellules grandissent, acquièrent deux vacuoles, puis, après formation d'une membrane, se scindent en deux, d'abord réunies, puis s'isolant en autant de cellules cylindroïdes (8 μ sur 5 μ), qui, à leur tour, se divisent de même : c'est une multiplication ordinaire par scissiparité (fig. 19).

En liquide sucré étouffé, il n'y a pas fermentation, mais, parmi les cellules, on en observe beaucoup qui, par l'irrégularité de leur contour, indiquent des formes de dégénérescence (fig. 34).

De tous les faits que je viens d'indiquer résultent que, dans les voiles qui se forment sur liquide Raulin exposé à l'air du laboratoire de Botanique de la Sorbonne (décembre-janvier), on peut rencontrer une Mucédinée qui ne paraît avoir encore été décrite. Je propose, pour elle, le nom de *Polymorphomyces* (g. nov.) *Bonnieri* (sp. nov); elle semble devoir prendre place dans les Hyphomycètes, à côté des *Sachsia* Ch. Bay.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 5

Polymorphomyces Bonnieri.

Fig. 1 à 11, végétation sur milieu Raulin dans un cristallisoir. — 12 à 17, végétation sur milieu Raulin en goutte suspendue. — 18, kystes. — 19, végétation sur carotte. — 20 à 22, végétation sur gélose en plaque mince. — 23, végétation (grandeur naturelle) sur gélose épaisse. — 24, fragment de la précédente, vue à la loupe. — 25, le même, un peu plus tard. — 26 à 29, végétation sur gélose épaisse. — 30 à 33, arbuscules des cultures âgées. — 34, formes dégénérées en végétation étouffée dans une solution de sucre.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DE L'APOTHÉCIE CHEZ LES GRAPHIDÉES

par **M. G. BIORET**

Un travail en cours sur l'anatomie des Lichens hypophléodes et en particulier des Graphidées corticoles, m'a amené accidentellement à considérer dans mes coupes les détails de l'apothécie. J'ai été frappé par les différences notables que présentent les paraphyses dans les principaux genres de Graphidées. Je ne crois pas que les dessins en aient jamais été donnés, bien que plusieurs auteurs aient au moins signalé ces particularités. Je me contente de citer Nylander (Syn. meth. Lich. p. 22) ; Müller Arg. (Graphideæ Feeaneæ p. 4) et Wainio (Lich. du Brésil p. XXIV). On y voit que le cas le plus fréquent est celui des paraphyses verticales et sans connexion, mais qu'on trouve aussi des paraphyses ramifiées, anastomosées, parfois enchevêtrées. Wainio fait même remarquer que beaucoup de genres naturels se distinguent entre eux par le caractère des paraphyses, outre celui des spores. Il sépare ainsi le genre *Graphis* des genres *Opegrapha* et *Arthonia* sans faire de différence à ce point de vue entre les deux derniers genres. Il me semble cependant qu'on peut reconnaître sur une coupe, rien que par le système paraphysaire, si l'on est en présence d'un *Opegrapha* ou d'un *Arthonia*, de sorte qu'on peut distinguer, chez les Graphidées, trois types de paraphyses. Müller l'indique déjà assez nettement en qualifiant ces diverses paraphyses de : *non ramoso-connexæ (Graphis) ; connexæ (Opegrapha) ; intricatim connexo-ramosæ (Arthonia).*

Les dessins que je livre ont été pris sur des coupes colorées au bleu coton et au soudan lactique ; le premier réactif se fixe sur le contenu seul des hyphes, dont les membranes sont à peu près rebelles à toute coloration et restent d'ordinaire invisibles, à moins qu'elles ne soient cutinisées ; le second colore en rose-rouge le liège du substratum. J'utilise, pour ces travaux, l'objectif 1/18 de Stiassnie et je réalise sur le papier un grossissement de 1.500 diamètres environ. Dans ces conditions, il est évident que les surfaces mises au point en même temps dans une préparation appartiennent à un plan presque idéal, et les détails saisis dans ce plan, peu nombreux et presque sans relations. J'ai cru bon, pour faire ressortir ce qui existe réellement, de représenter dans le même dessin les détails observés en faisant légèrement varier le point de part et d'autre de ce plan idéal.

Sans parler des genres voisins dont je parlerai à la fin, j'ai étudié les espèces suivantes :

Parmi les *Graphis* : *Gr. scripta* Ach ; *Gr. elegans* Ach ; *Gr. Lyellii* Ach ; *Gr. dendritica* Ach ; *Gr. anguina* Mont. — Parmi les *Opegrapha* : *Op. atra* Pers ; *Op. vulgata* Ach ; *Op. varia* E Fr ; *Op. herpetica* Ach ; *Op. lyncea* Borr ; *Op. viridis* Nyl. — Parmi les *Arthonia* : *A. ochracea* Schœr ; *A. cinnabarina* Wallr ; *A. pruinosa* Ach ; *A. lurida* Ach ; *A. galactites* Duf ; *A. astroïdea* Ach ; *A. punctiformis* Ach ; *A. anastomosans* Cromb ; *A. armonicana* Nyl ; *A. ramulosa* Nyl.

Les figures montrent mieux que toute description les particularités que j'ai voulu fixer.

Chez les *Graphis* (Pl. 6 fig. 1, *Gr. scripta* Ach.) les paraphyses sont verticales, parallèles : elles ne se ramifient point et restent complètement isolées de la base au sommet.

Chez les *Opegrapha* (Pl. 6 fig. 2, *Op. herpetica* Ach.) les paraphyses sont encore verticales, parallèles, mais d'une façon plus irrégulière, et surtout elles présentent des ramifications à direction transversale, ou sans direction régulière, mettant en connexion des paraphyses voisines et parfois des paraphyses séparées par d'assez grandes distances.

Chez les *Arthonia* (Pl. 6 fig. 3, *A. ramulosa* Nyl.) la plupart du temps la direction des paraphyses est tout irrégulière ; souvent il est impossible, même avec des variations de point de grande amplitude, de saisir autre chose que de petites portions de paraphyses, suffisantes cependant pour laisser voir de nombreuses ramifications et anastomoses. Tous les *Arthonia* présentent cette irrégularité de direction dans les paraphyses, mais à des degrés différents : nulle part elle n'est plus marquée que chez *A. cinnabarina* Wallr. Dans d'autres cas au contraire, surtout quand les asques sont nombreuses et rapprochées, les paraphyses, sans direction au-dessous des asques, se rapprochent en devenant presque parallèles pour passer entre les asques, puis s'étendent en tous sens, après les avoir dépassées.

Pour une espèce donnée, les anastomoses sont plus fréquentes sur le bord interne des apothécies, au voisinage du plectenchyme qui forme d'ordinaire le périthécium ; on en trouve, dans ces conditions, même chez les *Graphis*. De sorte que la comparaison doit se faire sur des régions prises en pleine apothécie.

Peut-être est-il intéressant de faire remarquer que le genre *Graphis*, intermédiaire aux deux autres par de nombreux caractères : relation des lirelles et du thalle, nature du périthécium et de l'hypothécium, forme des spores, se trouve ici, pour la direction et les relations des paraphyses, à une extrémité de la série.

Les principaux genres voisins des *Graphis*, *Opegrapha* et *Arthonia* sont : *Glyphis*, *Chiodecton*, *Stigmatidium*, *Platygrapha*, *Melaspilea*.

Les *Glyphis* ont tout à fait les spores et les paraphyses des *Graphis*. Aussi Wainio n'en fait-il qu'une subdivision du genre *Graphis*.

Les *Chiodecton* rangés d'ordinaire par les auteurs à côté des *Graphis* dans un groupe spécial, les *Glyphidées*, ont, au contraire, les spores et les paraphyses des *Opegrapha*, et je ne vois pas pourquoi Wainio n'en fait pas un sous-genre d'*Opegrapha*.

Stigmatidium Crassum Duby, si particulier par la situation de ses apothécies et tout proche, à ce point de vue, des *Arthonia* et même des *Verrucaria*, a également les spores et les paraphyses des *Opegrapha*.

Il en est de même pour les *Platygrapha*.

Les paraphyses des *Melaspilea*, d'après Wainio, ne sont ni ramifiées ni connexes. Tous les échantillons de *Melaspilea* que j'ai vus, *M. deformis* Schrd, *M. arthonioides* Nyl, *M. ochrothalamia* Nyl, et parmi eux, plusieurs déterminés par Nylander lui-même, m'ont montré, au contraire, des paraphyses ramifiées et anastomosées, avec, il est vrai, une direction verticale, régulière, qui les rapproche de celles des *Graphis*. Les spores, dans ce genre, sont très différentes des spores de toutes les autres Graphidées que j'ai étudiées, si on en excepte *Opegrapha lentiginosa* Lyell. Cette dernière espèce, classée parmi les *Opegrapha*, par la plupart des auteurs, à cause de ses apothécies émergées, est placée par d'autres parmi les *Melaspilea*, à cause de ses spores. Le système des paraphyses l'éloigne autant du *Melaspilea* que des *Opegrapha* ; une étude plus approfondie du thalle m'indiquera définitivement, j'espère, si on ne doit pas simplement la ranger parmi les champignons. J'ai pu constater que des champignons Opégraphoïdes (p. e. *Hysterium pulicare* Pers.) présentaient aussi dans leur système paraphysaire les particularités que j'ai représentées pour les Lichens de ce groupe.

Je note, en terminant, que je n'ai jamais rencontré, dans toutes les espèces étudiées, de paraphyses non segmentées comme en représente Miss Smith (British Lichens. II^e partie), chez *Graphis elegans*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 6.

Fig. 1. — Portion d'apothécie de *Graphis scripta* Ach. colorée au bleu coton et au soudan lactique. Gross. (1000 d).

Fig. 2. — Id. de *Opegrapha herpetica* Ach.

Fig. 3. — Id. de *Arthonia ramulosa* Nyl.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Dott. Eva Mameli. — **Riposta alla nota del dottor Petri « sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti della Vite. »** *(Atti dell' Ist. Bot. dell'Università di Pavia.* — S. II. — Vol. xvi).

M. le Dr Petri dans deux Mémoires publiés en 1912 et 1913, signalait, comme étant un caractère étroitement lié à la maladie de la Vigne appelée Court-noué ou Roncet, la présence de cordons endocellulaires dans les tissus des plants atteints.

D'après lui, ces anomalies cytologiques précèdent la déformation des organes, elles permettent donc de diagnostiquer, avec certitude, le Roncet avant l'apparition des signes extérieurs de la maladie.

La formation de ces cordons serait provoquée, en grande partie, par des abaissements répétés de température pendant l'accroissement des jeunes pousses.

En Juin 1913, Mlle Éva Mameli fit paraître une note (1) où elle constatait la présence de cordons endocellulaires chez des Vignes *absolument saines*, tout en reconnaissant que ces formations se rencontraient toujours dans les pieds atteints du Roncet.

En conséquence, Mlle Mameli concluait que dans la Vigne les cordons endocellulaires ne caractérisaient pas le Roncet.

Répondant aussitôt à Mlle Mameli, M. Petri maintient les conclusions de ses précédents mémoires (2).

La formation des cordons, dit-il, précédant toujours d'une ou plusieurs années les manifestations extérieures du Roncet, les pieds de Vigne dans lesquels Mlle Mameli a trouvé des cordons n'étaient donc sains qu'en apparence, en réalité ils avaient déjà subi les premières atteintes d'une maladie.

Du reste, ajoute-t-il, la présence de cellules cordonnées dans les rameaux de l'année d'une Vigne, n'indique pas qu'elle est dans tous les cas destinée au rachitisme chronique inguérissable, c'est-à-dire atteinte du Roncet.

M. Petri termine en affirmant que la présence de cellules cordonnées dans une Vigne est toujours une manifestation pathologique, grave si les cordons endocellulaires remarqués dans les tissus secondaires se sont formés à l'origine dans le cambium de la souche et des racines.

C'est à cette dernière note de M. Petri que Mlle Mameli riposte aujourd'hui.

---

(1) Eva Mameli. — Sulla presenza dei cordoni endocellulari nelle Viti sane et in quelle affête da Roncet *(R. delle R. Ac. dei Lincei,* Juin 1913).

(2) L. Petri. — Sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti della Vite. *(R. delle R. Ac. dei Lincei,* Août 1913).

Elle persiste dans toutes les conclusions de son précédent Mémoire et répond longuement aux objections de M. Petri.

Mlle Mameli dit entre autres choses : qu'il serait vraiment bien extraordinaire que les échantillons qu'elle a pris au hasard dans des vignobles absolument sains, que ceux qu'on lui a adressés de nombreuses régions où jamais le Roncet n'a été constaté et qui, dans la proportion de 86 p. 100, contenaient des cordons, même dans le bois de deux ans, fussent précisément, pour la plupart, des individus qui, dans deux ans environ, devaient offrir les signes extérieurs du Roncet.

Bien plus, en dehors de la Vigne, Mlle Mameli signale des cordons endocellulaires, non seulement dans les Conifères où déjà ils avaient été vus, mais encore dans vingt Dicotylédones *très saines* appartenant à diverses familles.

Enfin, Mlle Mameli a trouvé des cellules cordonnées dans des plantes élevées en serre chaude qui, par conséquent, n'avaient jamais pu subir les atteintes du froid. A ce sujet, elle signale tout particulièrement des Vignes saines (*Muscat d'Amburgo* et *Chasselas Muscat*) cultivées depuis quatre ou cinq ans dans les serres chaudes de M. Pirovano à Vaprio d'Adda ; les entre-nœuds et les feuilles de ces Vignes sont parfaitement normaux ; en 1913 elles ont donné beaucoup de raisins, et cependant, dans leurs tissus, la présence de nombreux cordons endocellulaires a été constatée.

Mlle Mameli conclut :

1° — Que la recherche de cordons endocellulaires dans les tissus de nombreuses espèces de Dicotylédones *parfaitement saines*, lui a toujours donné un résultat positif.

2° — Qu'ayant trouvé des cordons endocellulaires plus ou moins nombreux dans les tissus de Vignes *saines* cultivées dans les conditions climatériques les plus diverses (650^{m} d'altitude, serre chaude), il paraît évident qu'il n'y a aucune corrélation, non seulement entre la présence des cordons endocellulaires et un état pathologique quelconque, mais même entre ces formations et un abaissement de température.

Maurice THOUVENIN

Aug. CHEVALIER, P. TEISSONNIER et O. CAILLÉ. — **Manuel d'Horticulture coloniale**. (*Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*. VIII Paris, Challamel éditeur, 1913).

L'analyse de cet ouvrage sort du cadre de la *Revue générale de Botanique* puisqu'il s'agit d'un Manuel d'Horticulture ; mais étant donné son importance et aussi la compétence toute particulière de ses auteurs, il semble utile de le signaler ici.

L'ouvrage comprend l'étude des Plantes potagères et fruitières, les fruits, la culture des fleurs et les plantations d'ornement ; toutes les données pratiques et l'étude des principales maladies s'y trouvent rassembléees.

R. VIGUIER.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce le décès de M. Ernest Olivier, Directeur de la Revue scientifique du Bourbonnais, connu par ses nombreux travaux de botanique descriptive sur la flore de France.

⁂

La destruction des plantes alpines, non par les Botanistes, mais par les marchands de plantes, prend des proportions de plus en plus grandes. En Autriche, des décrets impériaux interdisent l'arrachage d'un grand nombre d'espèces. Des mesures analogues ont été prises en France par plusieurs préfets.

Nous donnons ci-dessous l'arrêté concernant la protection de la flore neuchâteloise pris par le Conseil d'Etat de la République et Canton de Neuchâtel, interdisant la destruction d'espèces non seulement alpines, mais aussi de basse altitude. Cet arrêté a été pris à la suite de requêtes présentées par le Comité central du Club jurassien et par la Société neuchâteloise de protection des monuments naturels. Il est applicable à partir de 1914.

Article premier. — Sont interdits l'arrachage, la destruction, la vente, l'achat et l'expédition avec leurs racines et la cueillette en grande quantité des plantes ci-après :

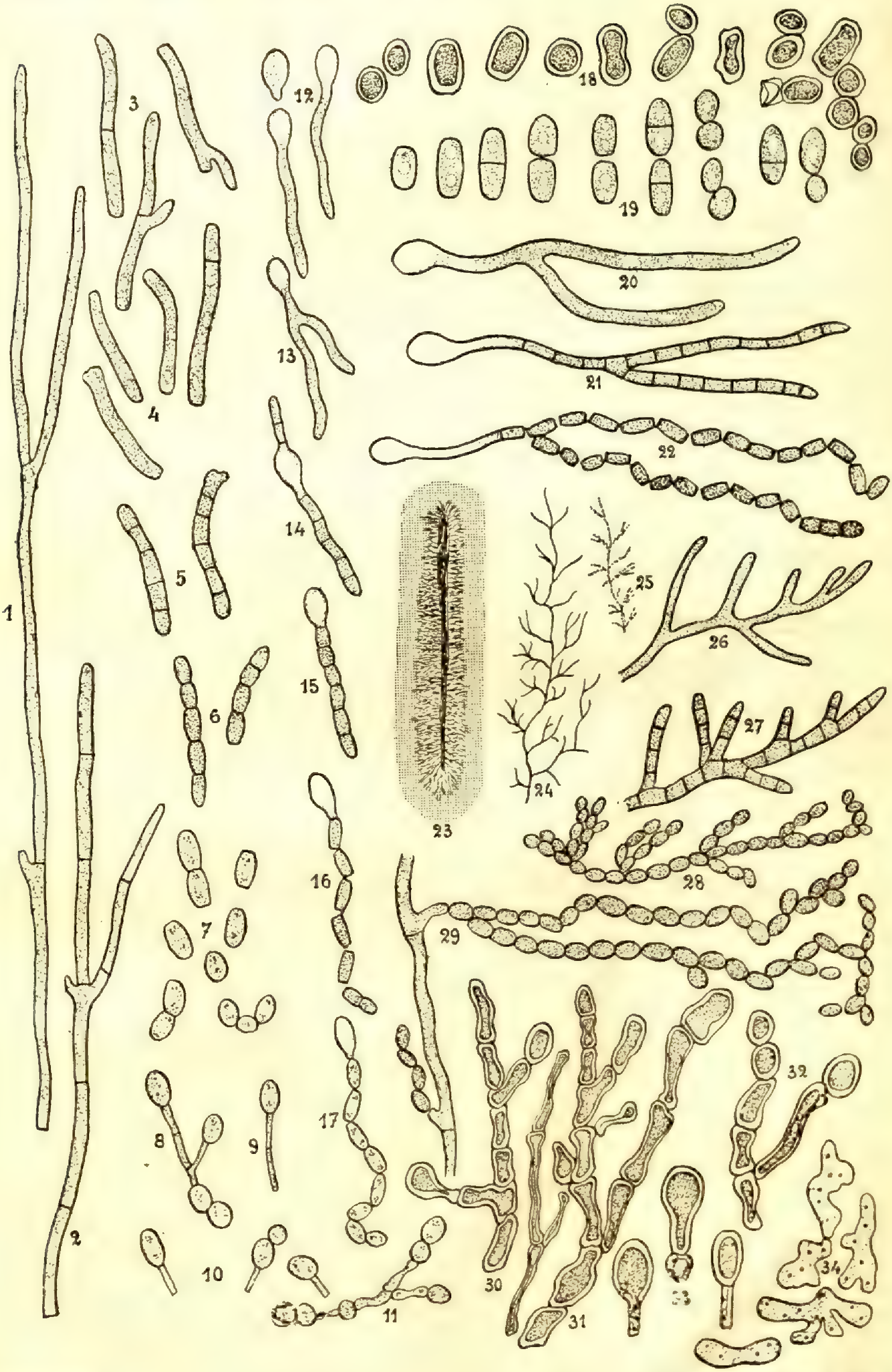
Anemone Pulsatilla, L.,	Anémone Pulsatille.
Nymphea alba, L.,	Nénuphar blanc.
Erysimum dubium (Sutter) Thellung,	Vélar douteux.
Drosera, L. spec.,	Rossolis, toutes les espèces.
Anthyllis montana, L.,	Anthyllide de montagne.
Aster alpinus, L.,	Aster des Alpes.
Arnica montana, L.,	Arnica de montagne.
Menyanthes trifoliata, L.,	Trèfle d'eau.
Swertia perennis, L.,	Swertie vivace.

Cynoglossum montanum, L.,	Cynoglosse des montagnes.
Pinguicula alpina, L.,	Grassette alpine.
Hottonia palustris, L.,	Hottone des marais.
Cyclamen europeum, L.,	Cyclamen d'Europe.
Himantoglossum hircinum, Spreng,	Orchis bouc.
Limodorum abortivum, Sw.,	Limodore aphylle.
Cypripedium Calceolus, L.,	Sabot de Vénus.
Iris pseudacorus, L.,	Iris faux-acore, Iris jaune ou des marais.
Galanthus nivalis, L.,	Galantine perce-neige.
Tulipa silvestris, L.,	Tulipe sauvage.
Lilium bulbiferum, L.,	Lis bulbifère.
Allium victorialis, L.,	Ail Victorial.
Asplenium Ceterach, L.,	Cétérach officinal.
Adianthum Capillus veneris, L.,	Adiante Capillaire.

Art. 2. — Les communes peuvent demander au Conseil d'Etat d'étendre l'interdiction prévue à l'article premier à toute plante menacée de disparaître dans une région déterminée.

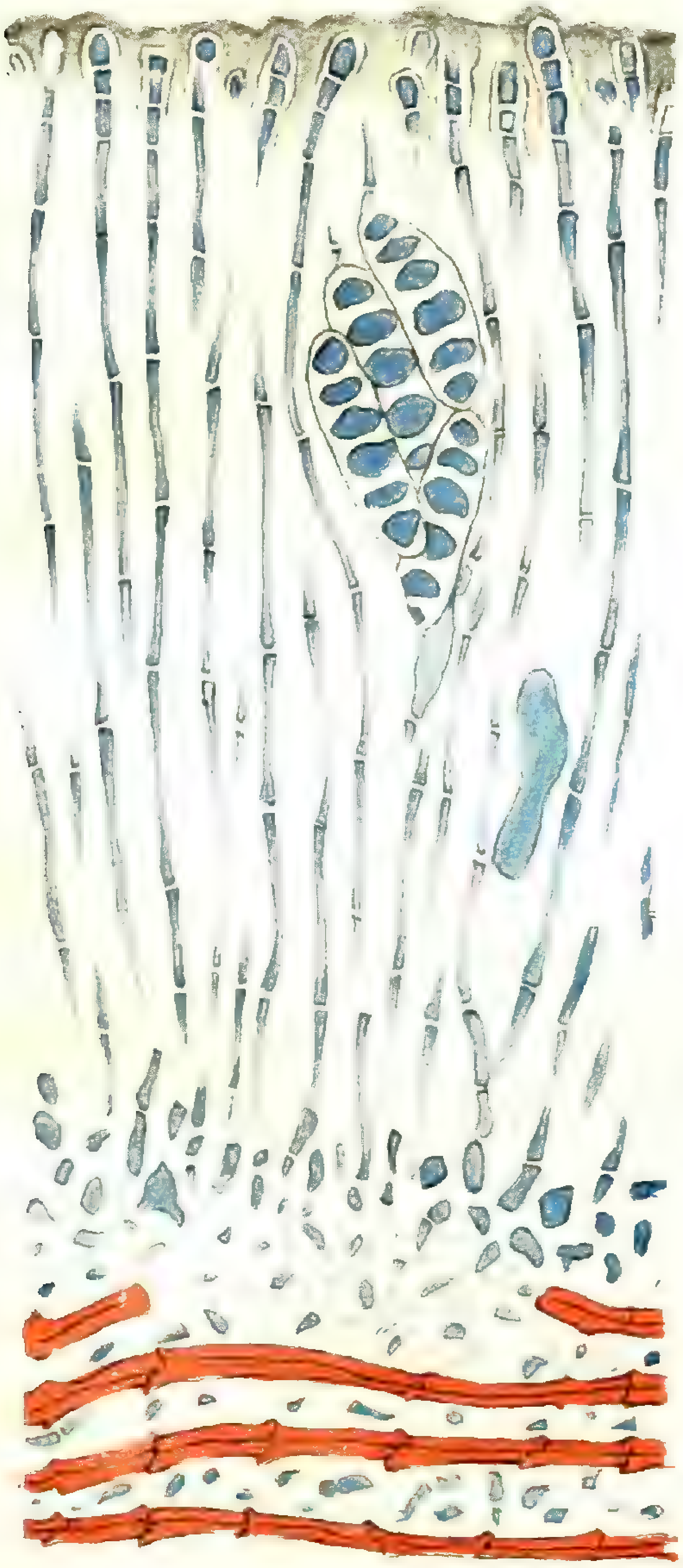
Art. 3. — Les contraventions au présent arrêté seront punies de l'amende jusqu'à fr. 50. — En cas de récidive, l'amende peut être portée à fr. 100.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

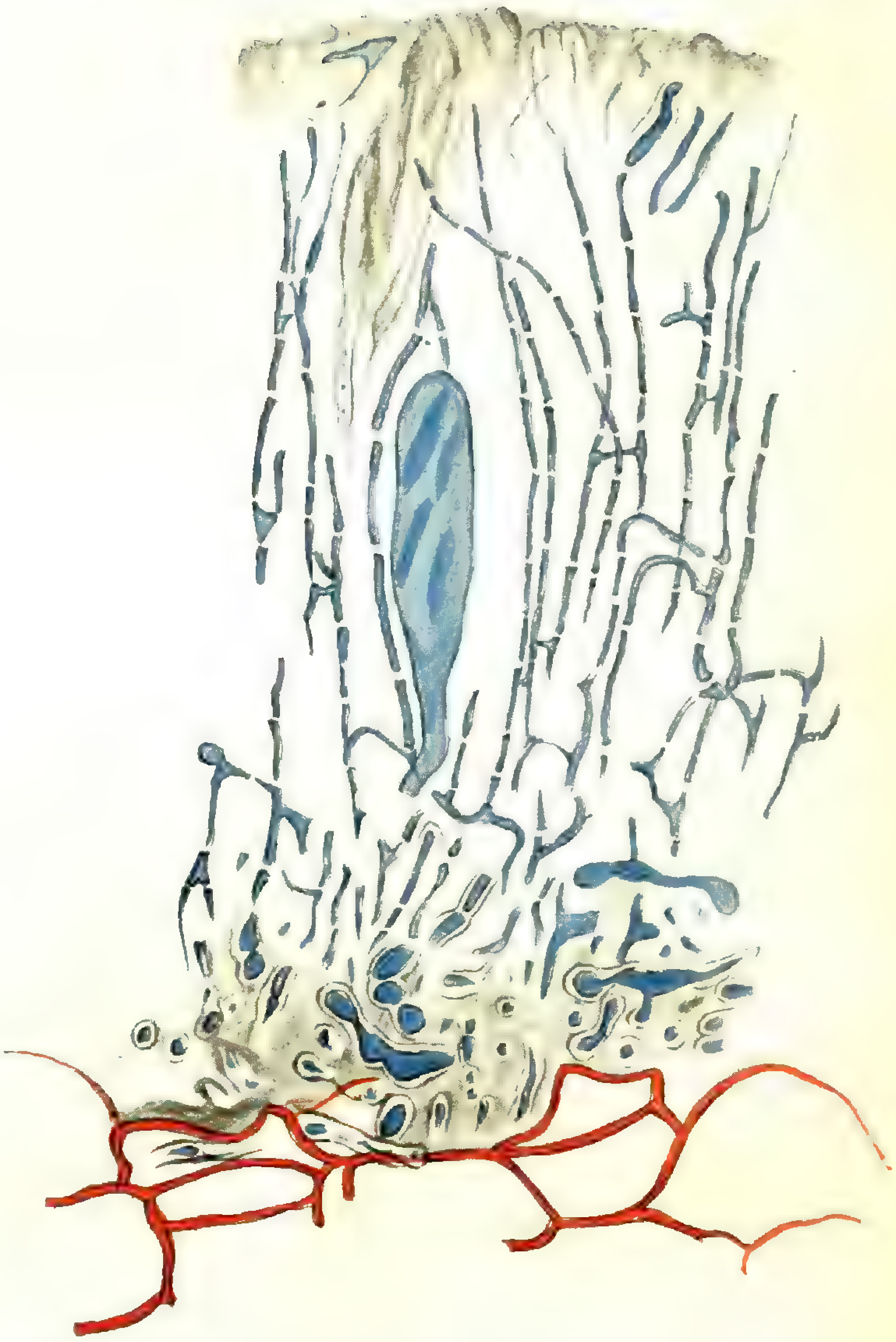

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

Coupin del. *Bertin et Cie sc.*

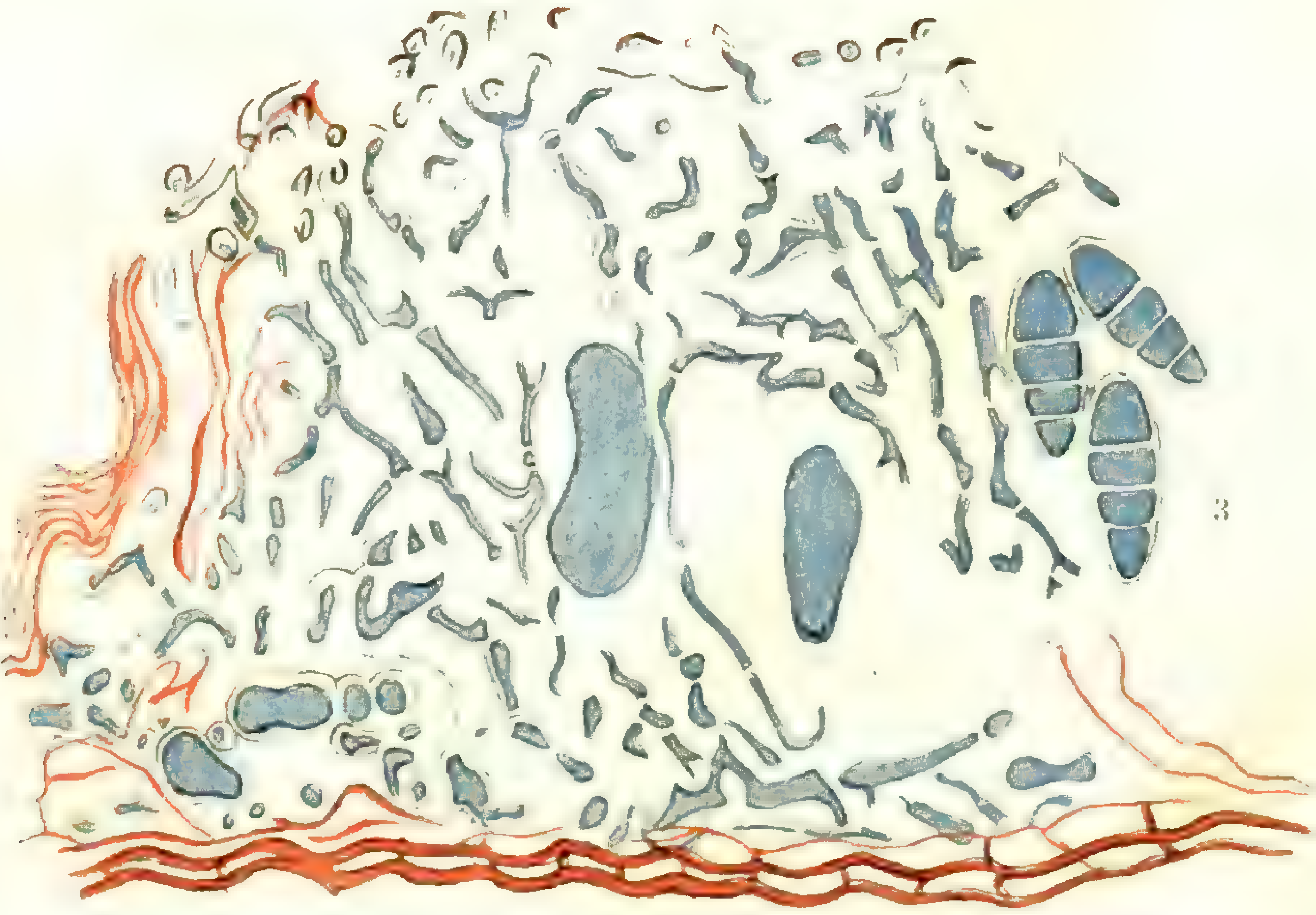
Polymorphomyces Bonnieri.



1



2



3

Bioret del.

Bertin et Cie, sc.

Graphis, Opegrapha et Arthonia.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* parait le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, *seront résumés dans les* NOTES BIBLIOGRAPHIQUES *ou signalés dans les* RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.
BATTANDIER, professeur à l'école de médecine d'Alger.
BEAUVERIE, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
BERTHAULT, docteur ès sciences.
BLARINGHEM, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
BOERGESEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences
BOUDIER, correspondant de l'Institut.
BOUTROUX, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.
BROCQ-ROUSSEU, docteur ès sciences.
BUCHET, préparateur à la Sorbonne.
CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
COLIN (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
COMBES (Raoul), docteur ès sciences.
COSTANTIN, membre de l'Académie des Sciences.
COUPIN, chef de travaux à la Sorbonne.
DANIEL, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
DASSONVILLE, docteur ès sciences.
DEVAUX, professeur à l'Université de Bordeaux.
DUBARD, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
DUCAMP, docteur ès sciences.
DUFOUR, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
ERIKSSON (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Juillet 1914

N° 307

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1914

MM. les Abonnés recevront, avec ce numéro du 15 Juillet, un exemplaire tiré à part du Livre dédié à M. Gaston Bonnier par ses Elèves et Amis, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de la Fondation du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et de la Création de la Revue Générale de Botanique. Ce volume est offert gracieusement à MM. les Abonnés par le Comité réuni en vue de la célébration de ce double anniversaire; il constituera un tome supplémentaire (Vingt-cinq *bis*) de la Revue générale de Botanique.

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1914

I. — ÉTUDE DES ÉCHANGES GAZEUX ET DE LA VARIATION DES SUCRES ET DES GLUCOSIDES AU COURS DE LA FORMATION DES PIGMENTS ANTHOCYANIQUES DANS LES FLEURS DE *COBŒA SCANDENS*, par **M. Edmond Rosé**. 257

II. — ESSAI DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES CONFINS DU SOISSONNAIS, DU TARDENOIS ET DE LA RÉGION RÉMOISE (avec une figure dans le texte et deux planches), par **M. Emile Champagne** 271

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 301

Viktor Grafe. — Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 302

Planches contenues dans cette livraison :

Planche 7. — *Carte des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région Rémoise.*

Planche 8. — *Bruyère à Calluna et Tourbière avec station d'Aconitum Napellus.*

Cette livraison renferme en outre une figure dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^{e}).

E. LEITZ WETZLAR

NOUVEAU MICROSCOPE BINOCULAIRE
à un objectif

E. LEITZ,
WETZLAR

Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg,
Londres, New-York.

MICROSCOPES, MICROTOMES

APPAREILS MICROPHOTOGRAPHIQUES
ET DE PROJECTION

JUMELLES A PRISMES

Catalogues spéciaux gratis sur demande.

REPRÉSENTANTS POUR LA FRANCE :

MM. E. COGIT et Cie, Paris

36, Boulevard Saint-Michel

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

**BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE**

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales | **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.

Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.

Enseignement technique, Collections et **Matériel.**

Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.

Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.

Squelettes montés, prix à la pièce.

Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.

Coquilles, prix à la pièce.

Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.

Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.

Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.

Livres d'histoire naturelle.

Instruments pour l'étude des sciences naturelles.

Microscopes, Microtomes.

Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**

Meubles pour le rangement des collections.

Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.

Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.

Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique
(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)
PAR
Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* 32cm×23cm (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Étranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29 fr.**; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30 fr. 50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. ORLHAC, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

LES ÉTABLISSEMENTS
POULENC FRÈRES
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861
TÉLÉPHONE
810-83
G. FONTAINE
CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE
RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie^
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de **E. LEITZ**
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes **MINOT** et **Microtomes** de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & C^ie^, DE LEIPZIG
Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires, Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* **Cogit.**

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

ÉTUDE DES ÉCHANGES GAZEUX
ET DE LA
VARIATION DES SUCRES ET DES GLUCOSIDES
AU COURS DE LA
FORMATION DES PIGMENTS ANTHOCYANIQUES DANS LES FLEURS DE *COBŒA SCANDENS*

par M. Edmond **ROSÉ**

I

ÉCHANGES GAZEUX

Dans son étude relative aux échanges gazeux des feuilles pendant la formation des pigments rouges dans ces organes de la plante, Raoul Combes (1) a montré que l'apparition de l'anthocyane est corrélative d'une accumulation d'oxygène dans les tissus.

Il m'a paru utile de rechercher si le même phénomène se produit lors de la pigmentation des fleurs, et j'ai étudié dans ce but les échanges gazeux des fleurs de *Cobœa scandens* à plusieurs stades du développement.

Les recherches physiologiques sur la fleur sont assez peu nombreuses. Curtel (2), en comparant les échanges gazeux de la fleur entière et de la feuille à l'*obscurité,* arrive à cette conclusion que la fleur est un organe soumis à une oxydation énergique. D'autre part, il montre que chez la plupart des fleurs jaunes la résultante des échanges gazeux à la *lumière diffuse* est nettement en faveur de la respiration, autrement dit se traduit par une absorption d'oxygène et un dégagement de CO^2. Cependant, chez certaines plantes, l'assimilation peut l'emporter dans des conditions déterminées d'éclairement et de développement, et la résultante des échanges gazeux peut se traduire par une absorption de CO^2 et par un dégagement d'oxygène. Il a observé encore que l'activité respiratoire à l'obscurité varie avec l'âge de la fleur.

---

(1) Raoul Combes. Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques. (Revue générale de Botanique. T. XXII, 1910.)

(2) Curtel. Recherches physiologiques sur la fleur. (Annales des Sciences naturelles, 1899).

Mme G. Maige (1), qui a étudié séparément les différentes pièces florales, considère la corolle comme un organe à respiration inférieure vis-à-vis des autres organes floraux et de la feuille. Les résultats de ses expériences vont à l'encontre de l'hypothèse qui attribue la coloration de la corolle aux fortes oxydations dont elle serait le siège. Mme Maige a constaté une valeur plus élevée du quotient respiratoire chez les pièces florales comparées à la feuille et cette valeur plus grande de $\frac{CO^2}{O^2}$ indique que les organes floraux fixent peu d'oxygène dans leurs tissus.

Tels sont les résultats acquis. Nous allons exposer ceux qu'ont apporté nos expériences.

Technique

Choix des stades du développement. — Les fleurs de *Cobœa scandens,* de couleur verte alors qu'elles sont en boutons et contiennent encore beaucoup de chlorophylle, perdent peu à peu leur teinte verte en s'épanouissant ; elles prennent ensuite une couleur légèrement rosée qui, dans un laps de temps voisin de 24 heures, passe au rouge violacé.

Les échanges gazeux de ces fleurs ont été étudiés à différents états du développement. Les recherches ont porté sur des fleurs récoltées à quatre stades qui peuvent être facilement déterminés.

Ces quatre stades sont les suivants :

---

(1) Mme G. Maige. Recherches sur la respiration des différentes pièces florales (Annales des sciences naturelles. 1911).

1° fleur en bouton vert
2° fleur vert jaunâtre épanouie
3° fleur rosée en pigmentation
4° fleur violette pigmentée.

La durée de la fleur de *Cobœa scandens* à compter du bouton complètement développé est d'environ cinq jours. Les stades auxquels nous l'avons étudiée sont séparés les uns des autres par un intervalle de temps de 24 heures en moyenne. Ils sont suffisamment marqués et distincts : le passage de l'un à l'autre n'étant pas appréciable après plusieurs heures d'insolation.

Notre étude a porté aussi sur les fleurs de la variété à fleurs blanches. Pour ces fleurs, les divers stades n'ont pu être déterminés que par la forme des organes : par l'état de la corolle fermée ou épanouie aux stades 1 et 2, par le développement des étamines pour les stades 3 et 4, au stade 3 les anthères fermées atteignent seulement le bord de la corolle, au stade 4 elles le dépassent, sont ouvertes et les filets perdent de leur turgescence.

Échanges gazeux nocturnes

Nous avions à distinguer les échanges gazeux diurnes où l'énergie assimilatrice entre en jeu et les échanges gazeux nocturnes qui sont sous la seule dépendance de l'acte respiratoire. C'est par ces derniers que nous commencerons l'exposé de notre travail.

L'étude de l'acte respiratoire qui règle ces échanges nous conduira aux deux déterminations suivantes :

1° Quotient respiratoire et s'il y a lieu quantité d'oxygène fixé.

2° Intensité de la respiration par le calcul de CO^2 gramme-heure.

Cette dernière valeur est obtenue en déterminant la quantité de CO^2 dégagé pendant une heure par 1 gramme de fleur fraîche. En rapportant ainsi la quantité de l'acide carbonique dégagé dans l'acte respiratoire aux deux unités de poids frais et de temps, on met en évidence les intensités différentes de la respiration — à une même température — chez les différentes fleurs étudiées.

Les fleurs en expérience étaient récoltées le matin vers 10 heures. Elles étaient débarrassées du calice, des étamines et de l'ovaire par une section de la corolle à sa base. Notre matériel d'étude était ainsi constitué par la seule corolle de la fleur très légèrement diminuée. Les corolles ainsi préparées étaient immédiatement pesées et placées dans des éprouvettes de diamètre suffisant pour qu'elles y puissent pénétrer sans froissement. Les éprouvettes étaient jaugées à l'avance, le trait de jauge délimitant un volume de 40 ou de 50 centimètres cubes. Pour avoir exactement le volume d'air que délimitait le trait de jauge après introduction de la corolle, il suffisait de retrancher de 40 ou de 50 centimètres cubes le poids frais de la fleur exprimé en grammes. On sait que le volume des tissus constituant un organe tel que la fleur est très sensiblement représenté en centimètres cubes par le même nombre que son poids frais exprimé en grammes.

Les éprouvettes, garnies des corolles des différentes fleurs de *Cobœa scandens*, remplies de mercure jusqu'au trait de jauge et pourvues d'une goutte d'eau, étaient portées dans la chambre noire. Dans cette chambre très bien protégée, la température se maintenait aux environs de 17° pendant toute la durée de l'expérience.

Après un séjour de quatre heures à l'obscurité, les éprouvettes étaient retirées et le mélange gazeux recueilli sur la cuve à mercure dans des éprouvettes plus petites pour être ultérieurement soumis à l'analyse. Les analyses des divers mélanges gazeux ont été pratiquées au moyen de l'appareil Bonnier et Mangin ; elles 'ont conduit aux résultats ci-dessous :

QUOTIENT RESPIRATOIRE ET ÉNERGIE RESPIRATOIRE

		FLEUR en bouton — Stade 1	FLEUR VERTE épanouie — Stade 2	FLEUR ROSÉE en pigmentat. — Stade 3	FLEUR VIOLETTE pigmentée — Stade 4
a) Quotient Respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$	1e Expérience	0.95	0.97	0.96	0.95
	2e Expérience	1.02	1.01	0.98	0,97
	Moyenne.	**0.99**	**0.99**	**0.97**	**0.96**
b) Énergie Respiratoire en CO^2 gram.-heure.	1e Expérience	$0^{cc}230$	$0^{cc}213$	$0^{cc}221$	$0^{cc}185$
	2e Expérience	$0^{cc}264$	$0^{cc}213$	$0^{cc}202$	$0^{cc}174$
	Moyenne.	**$0^{cc}247$**	**$0^{cc}213$**	**$0^{cc}212$**	**$0^{cc}180$**

On voit ainsi : 1° que les divers quotients respiratoires obtenus étant très voisins les uns des autres, ils ne permettent pas d'établir de distinction appréciable entre les différents stades. Ces quotients sont très voisins de l'unité; les échanges gazeux nocturnes qui résultent de l'acte respiratoire se traduisent par l'absorption d'une quantité d'oxygène sensiblement égale à la quantité d'acide carbonique dégagé ; 2° que l'intensité de la respiration est maxima chez l'organe jeune en formation (fleur en bouton) ; qu'elle diminue et passe par une période d'état (fleur vert jaunâtre épanouie et fleur rosée en pigmentation) pour diminuer à nouveau chez l'organe âgé en voie de dépérissement (fleur pigmentée).

Cette étude de la respiration dans les fleurs de *Cobœa scandens* nous amène à conclure que la formation du pigment anthocyanique dans ces fleurs est indépendante du phénomène respiratoire, puisque le rapport de CO^2 dégagé à l'oxygène absorbé ne subit aucune variation appréciable au cours de la pigmentation.

D'autre part, la variation de l'intensité respiratoire doit être rapportée au fait que l'on considère successivement des états différents du développement d'un même organe.

Échanges gazeux diurnes

Les échanges gazeux diurnes sont la résultante d'actions inverses exercées par la respiration et l'assimilation, cette dernière étant généralement, sous une intensité lumineuse assez forte (lumière du milieu du jour), beaucoup plus intense que la respiration.

L'énergie de l'assimilation sera exprimée comme l'énergie respiratoire en CO^2 gramme-heure, mais, ici, par la quantité d'acide carbonique décomposé pendant une heure par 1 gramme de poids frais de fleur.

Les expériences effectuées en vue de la détermination des échanges gazeux diurnes ont été au nombre de 3 ; deux expériences ont porté sur les fleurs de *Cobœa scandens* de la variété à fleurs violettes, une expérience a été faite avec les fleurs de la même espèce, mais de la variété à fleurs blanches.

Ces expériences relatives aux échanges gazeux diurnes ont été effectuées — comme pour la respiration — sur des fleurs privées du calice, des étamines et de l'ovaire. Les fleurs cueillies le matin étaient immédiatement sectionnées à la base, pesées et mises dans des éprouvettes contenant 40 ou 50 centimètres cubes d'un mélange gazeux (air additionné de CO^2).

Les expériences avaient lieu à la lumière du jour entre 10 heures et 15 heures. Les éprouvettes étaient protégées contre une élévation de température possible par un courant d'eau froide ; la température du mélange gazeux intérieur se maintenait aux environs de 17°5. Les analyses des mélanges gazeux avant et après les expériences conduisent à deux sortes de résultats, selon que l'on considère les variations des proportions de CO^2 décomposé ou celles de l'oxygène dégagé.

Ceux que nous nommerons les premiers sont relatifs aux variations des proportions d'acide carbonique décomposé et par suite à l'intensité du phénomène assimilateur, cette intensité étant mesurée par la quantité de CO^2 absorbé à la lumière par 1 gramme de poids frais de fleur, pendant une heure, additionnée de la quantité de CO^2 dégagé à l'obscurité par le même poids de plante pendant le même temps.

En tenant compte ainsi de l'acide carbonique produit dans la respiration, les nombres obtenus pour la valeur de l'énergie assimilatrice aux différents stades sont les suivants :

ÉNERGIE ASSIMILATRICE AUX DIFFÉRENTS STADES

	FLEUR en bouton	FLEUR VERTE épanouie	FLEUR ROSÉE en pigmentation	FLEUR VIOLETTE pigmentée
a) Fleurs colorées	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Expérience n° 1..	$0^{cc}667$ (1)	$0^{cc}278$	$0^{cc}203$	$0^{cc}148$
— n° 2..	$0^{cc}290$	$0^{cc}255$	$0^{cc}256$	$0^{cc}223$
Moyenne.........	$\mathbf{0^{cc}478}$	$\mathbf{0^{cc}266}$	$\mathbf{0^{cc}229}$	$\mathbf{0^{cc}185}$
b) Fleurs blanches	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Expérience n° 3..	$\mathbf{0^{cc}282}$	$\mathbf{0^{cc}221}$	$\mathbf{0^{cc}213}$	$\mathbf{0^{cc}210}$

Les résultats ci-dessus montrent que la valeur de l'énergie assimilatrice décroît avec l'état de développement plus avancé de la fleur et parallèlement à une diminution de la proportion de la chlorophylle dans les tissus.

D'autre part, si l'on rapproche les moyennes obtenues dans la mesure de l'acte respiratoire de celles obtenues dans la mesure de l'énergie assimilatrice on obtient le tableau suivant :

---

(1) Bouton choisi trop vert.

RÉSULTANTE DE L'ASSIMILATION ET DE LA RESPIRATION

			RÉSULTANTE DES 2 PHÉNOMÈNES
	CO^2 FORMÉ dans la respiration	CO^2 DÉCOMPOSÉ dans l'assimilation	CO^2 DÉCOMPOSÉ à la lumière
Stade 1......	$0^{cc}247$	$0^{cc}478$	$0^{cc}231$
— 2......	$0^{cc}213$	$0^{cc}266$	$0^{cc}053$
— 3......	$0^{cc}212$	$0^{cc}229$	$0^{cc}017$
— 4......	$0^{cc}180$	$0^{cc}185$	$0^{cc}005$

On voit que la résultante de l'assimilation et de la respiration se traduit, seulement aux deux premiers stades, par une décomposition appréciable d'acide carbonique de l'atmosphère; aux troisième et quatrième stades il y a une tendance marquée à l'équilibre entre les actes respiratoire et assimilateur en ce qui concerne la production et la décomposition de CO^2.

Ces résultats obtenus accessoirement concordent avec ceux exposés par Curtel (1).

La deuxième série de résultats, et ceux-ci plus importants au point de vue qui nous occupe, proviennent surtout de la mesure des proportions d'oxygène dans les mélanges gazeux avant et après exposition à la lumière.

Je donne ci-dessous les différences positives ou négatives constatées, avant et après exposition à la lumière, dans les proportions centésimales d'oxygène des mélanges gazeux.

DIFFÉRENCES DANS LA PROPORTION D'OXYGÈNE DES MÉLANGES GAZEUX AVANT ET APRÈS EXPOSITION A LA LUMIÈRE

a) Fleurs colorées	FLEUR en bouton	FLEUR VERTE épanouie	FLEUR ROSÉE en pigmentation	FLEUR VIOLETTE pigmentée
Expérience nº 1	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
O dégagé........	0.36	»	»	»
O absorbé........	»	0.36	0.86	0.64
Expérience nº 2				
O dégagé........	»	»	»	»
O absorbé........	1.09	1.18	1.28	1.12
b) Fleurs blanches	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Expérience nº 3	—	—	—	—
O dégagé........	»	»	»	»
O absorbé........	1.09	1.65	1.85	1.47

---

(1) Curtel. Loc. cit.

L'étude des résultats ci-dessus montre :

1° Qu'en ce qui concerne l'oxygène, sauf dans un cas (Exp. n°1), il n'y a pas eu d'oxygène dégagé correspondant à l'acide carbonique décomposé. Le rapport $\frac{CO^2 \text{ décomposé}}{O^2 \text{ dégagé}}$ n'a pu être établi qu'une fois; il se trouve alors très faible, égal à 0,28 et exprime par conséquent une fixation d'oxygène importante.

2° Que, dans tous les cas, il y a des quantités d'oxygène relativement fortes disparues du mélange gazeux et par conséquent fixées par les fleurs.

Il est facile par le calcul de ramener les proportions d'oxygène fixé par les différentes fleurs à une commune mesure, c'est-à-dire à 1 gramme de poids frais de plante pendant une heure.

On obtient les chiffres suivants :

OXYGÈNE FIXÉ LORS DE L'EXPOSITION A LA LUMIÈRE

	FLEUR en bouton	FLEUR VERTE épanouie	FLEUR VIOLETTE en pigmentation	FLEUR VIOLETTE pigmentée
a) Fleurs colorées	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Expérience n° 1...	$0^{cc}269$	$0^{cc}191$	$0^{cc}275$	$0^{cc}188$
— n° 2...	$0^{cc}170$	$0^{cc}147$	$0^{cc}150$	$0^{cc}132$
Moyenne..........	$\mathbf{0^{cc}219}$	$\mathbf{0^{cc}169}$	$\mathbf{0^{cc}212}$	$\mathbf{0^{cc}160}$
b) Fleurs blanches	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Expérience n° 3...	$0^{cc}121$	$0^{cc}124$	$0^{cc}112$	$0^{cc}137$

Les quantités d'oxygène fixé par les fleurs de la variété colorée sont très nettement plus grandes avant la pigmentation totale; elles présentent deux maxima : l'un au stade bouton, l'autre au stade 3 qui est celui où débute et s'effectue la pigmentation.

Dans l'unique expérience effectuée avec les fleurs de la variété blanche, expérience insuffisante pour conclure, c'est la fleur au stade 4 qui a fixé la quantité maxima d'oxygène.

Conclusions. — Nous venons d'établir, dans ce qui précède, la nature et la valeur des échanges gazeux nocturnes et diurnes dans la fleur de *Cobæa scandens*. Le bilan en est facile à dresser.

Nous avons vu que pour les échanges gazeux nocturnes, le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ est très voisin de l'unité; ces échanges ne se traduisent donc pas par une fixation appréciable d'oxygène. Les échanges gazeux nocturnes ne sont pas influencés par le phénomène de la pigmentation.

Pour ce qui est des échanges gazeux diurnes, au contraire, le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$, quand il peut être établi, est très faible (0,28); le plus souvent, il ne peut être établi.

Dans tous les cas, il y a dans les tissus une fixation d'oxygène dont nous avons déterminé la valeur.

Au total, le bilan des échanges gazeux nocturnes et diurnes chez la fleur de *Cobœa scandens*, se traduit par une fixation importante d'oxygène.

Cette fixation d'oxygène se produit aussi bien chez la fleur de la variété blanche que chez celle de la variété colorée. Elle n'est donc pas dépendante du seul phénomène de la pigmentation. Toutefois, il faut remarquer que, pendant les stades du développement précédant le début de la pigmentation, et pendant celui où cette pigmentation s'effectue, dans la variété colorée, les fleurs de cette variété colorée fixent une quantité d'oxygène plus grande que les fleurs de la variété blanche.

D'autre part, le phénomène de la pigmentation paraît être sous la dépendance de l'intensité lumineuse. Ainsi, lorsqu'on maintient les fleurs des stades 2 et 3 pendant plusieurs heures à l'obscurité pour la mesure de la respiration, ces fleurs restent respectivement — au point de vue de la pigmentation — aux stades 2 et 3 considérés. Au contraire, lors de l'exposition à la lumière, la fleur légèrement rosée du stade 3 prend dans l'éprouvette, après un certain temps, une teinte violette très nette et particulièrement accusée sur la portion de la corolle directement exposée aux rayons solaires.

Si, comme l'a montré M^me^ Maige (1), et comme je l'ai constaté à mon tour, la corolle n'est pas, à l'obscurité, le siège de fortes oxydations, ces fortes oxydations se produisent dans cet organe sous l'influence de l'intensité lumineuse.

Rapprochons de ces conclusions ce que Raoul Combes (2) a établi pour les feuilles. Ce physiologiste a montré que : 1° Il ne semble pas exister pour les feuilles de relation entre la variation d'*intensité* des phénomènes respiratoires et les modifications qui surviennent dans la pigmentation. L'augmentation d'intensité des échanges respiratoires constatée par Raoul Combes dans les feuilles d'*Ailantus* concordait avec l'activité très marquée des phénomènes de nutrition que présentent les organes jeunes en voie de croissance. Nos résultats pour la fleur sont semblables. L'intensité respiratoire maxima chez la fleur au stade bouton est due aux mêmes phénomènes.

---

(1) M^me^ Maige. Loc. cit.
(2) Raoul Combes. Loc. cit.

2° L'énergie assimilatrice des feuilles rouges est très inférieure à celle des feuilles vertes. Cette diminution de l'énergie assimilatrice s'observe chez la fleur aux stades pigmentés. Elle est dans les deux cas due à une disparition partielle de la chlorophylle.

3° Dans les feuilles, la formation des pigments anthocyaniques n'est accompagnée que par des variations très faibles et souvent nulles dans la valeur du rapport respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$. Le quotient respiratoire aux quatre stades du développement de la fleur est aussi sensiblement le même. Dans les fleurs, comme dans les feuilles, la nature des échanges respiratoires n'est donc pas modifiée au cours de la formation des pigments anthocyaniques.

4° Il semble au contraire que la formation des pigments anthocyaniques dans les feuilles soit intimement liée aux phénomènes d'assimilation. Nous avons vu qu'il en est de même pour la fleur.

5° Les feuilles chez lesquelles des pigments rouges se développent sont très peu différentes des feuilles vertes normales au point de vue de la nature des échanges respiratoires. Dans les échanges gazeux diurnes, pendant la formation du pigment anthocyanique, les processus d'oxydation sont plus actifs que dans les conditions normales de végétation.

Nous avons fait la même constatation pour la fleur ; le parallélisme entre ces deux organes de la plante est complet ; il n'y a guère entre eux que des différences quantitatives, les processus d'oxydation étant plus intenses dans la fleur que dans la feuille.

II

VARIATION DE LA PROPORTION DES SUCRES ET DES GLUCOSIDES.

Il est admis qu'il existe une relation entre la production de l'anthocyane et l'accumulation des sucres dans les tissus végétaux. Overton et Molliard ont mis en évidence cette relation pour les végétaux cultivés dans des milieux sucrés artificiels. Raoul Combes (1) a mis en évidence cette même relation dans la nature. « Quelles que soient les causes — dit ce dernier auteur — qui déterminent l'apparition de l'anthocyane, les analyses mettent toujours en évidence, dans les feuilles rouges, des quantités de sucres et de glucosides plus considérables que celles qui sont contenues dans les feuilles vertes du même individu. »

Il restait à chercher, et c'est là l'objet de la deuxième partie de ce travail, si le phénomène constaté dans le rougissement des feuilles se produit aussi lors de la pigmentation des fleurs.

Nous avons employé pour nos analyses — avec à peine quelques variantes — une partie de la technique qu'a indiquée Raoul Combes. Nous ne ferons ici que retracer les grandes lignes de la partie qui nous intéresse, renvoyant pour les détails au Mémoire original (2).

Les fleurs, récoltées dans les mêmes conditions que pour l'étude des échanges gazeux et réduites à leur corolle, étaient pesées, puis découpées en minces lanières et plongées immédiatement dans l'alcool bouillant additionné de carbonate de calcium. Après ébullition maintenue pendant un quart d'heure, l'ensemble de l'alcool et des fleurs était recueilli dans un flacon spécial pour chacun des stades étudiés.

D'autre part, trois à cinq corolles fraîches ont été distraites à chaque récolte et pesées. En les desséchant, d'abord à l'étuve à + 40°, puis à + 110°, et pratiquant alors une nouvelle pesée, on déterminait leur poids sec. Par le calcul, il était facile d'obtenir le rapport du poids sec au poids frais, et les différents rapports obtenus appliqués au poids frais des différentes récoltes nous donnaient les poids secs correspondants.

---

(1) Raoul Combes. — Rapport entre les composés hydrocarbonés et la formation de l'anthocyane. (Ann. des Sciences naturelles. 9e Série 1909).

(2) Raoul Combes, loc. cit.

Voici, d'ailleurs, les données relatives aux différentes récoltes qui ont constitué notre matériel d'étude :

	STADE 1	STADE 2	STADE 3	STADE 4
	—	—	—	—
Nombre de fleurs récoltées. . .	107	55	53	54
Poids frais	75gr,128	66gr,400	71gr,900	60gr,700
Poids sec.	8gr,478	6gr,573	6gr,931	5gr,587
Poids sec p. 100 de poids frais.	11,28	9,88	9,92	9,13

Nous nous sommes trouvés, pour l'analyse, en présence de liquides alcooliques où baignaient les fleurs récoltées. Ces liquides étaient filtrés et recueillis; d'autre part, les fleurs séparées par la filtration étaient placées dans une cuvette en porcelaine, et portées dans l'exsiccateur en présence d'acide sulfurique à la température de + 20°. Dans ces conditions, la dessiccation s'opère en 48 heures, et la pulvérisation des fleurs ainsi desséchées se fait rapidement dans un mortier en fer. La poudre obtenue est tamisée au tamis de crin et tassée légèrement dans un tube de verre effilé à son extrémité inférieure. Cette extrémité est garnie d'un tube de caoutchouc fermé par une pince de Mohr.

C'est dans cette sorte d'appareil à déplacement que la poudre de fleurs a été épuisée d'abord par l'éther, puis par l'alcool.

Le liquide provenant de l'épuisement par l'alcool était réuni au liquide alcoolique précédemment obtenu par filtration, et le tout était distillé dans le vide. Le résidu de cette distillation (70cc) amené à 100cc par de l'eau thymolée était traité par l'invertine pendant 4 jours pour hydrolyser les sucres non réducteurs, et divisé en deux portions égales R' et R". Ces deux portions R' et R" contenaient avec les différents sucres tous les glucosides solubles dans l'alcool.

En second lieu, le résidu de l'épuisement des corolles par l'éther (appelons-le R''') était traité par 20cc d'alcool bouillant ; 10cc du liquide alcoolique ainsi obtenu et contenant la moitié des glucosides solubles dans l'éther étaient réunis au liquide alcoolique R". Le tout était porté pour hydrolyse totale (sucres non réducteurs et glucosides), après addition d'acide sulfurique, à l'autoclave à + 120°.

Le dosage des sucres réducteurs dans la portion R' nous donnait les sucres réducteurs et les sucres non réducteurs. Ce même dosage dans le mélange $R'' + \frac{R'''}{2}$ nous donnait les sucres réducteurs et non réducteurs et les glucosides solubles dans l'alcool ou l'éther. La différence $\left(R'' + \frac{R'''}{2}\right) - R'$, nous donnait les glucosides solubles dans l'alcool ou l'éther existant dans des quantités comparables de matériaux.

Les dosages ont été effectués par la méthode de Gabriel Bertrand, et les calculs appliqués aux données des analyses nous ont conduit aux résultats suivants exprimés en sucre interverti.

	Sucres réducteurs et non réducteurs		Glucosides	
	Pour 100 de		Pour 100 de	
	Poids frais	Poids sec	Poids frais	Poids sec
Stade 1. . .	$0^{gr},862$	$7^{gr},619$	0	0
— 2. . .	$0^{gr},996$	$10^{gr},056$	0	0
— 3. . .	$2^{gr},790$	$28^{gr},880$	0	0
— 4. . .	$1^{gr},298$	$14^{gr},104$	$0^{gr},239$	$2^{gr},613$

Cet exposé des résultats nous montre :

1° que la proportion des sucres augmente dans les corolles de *Cobœa scandens* du stade 1 (fleur en bouton), au stade 3 (fleur rosée en pigmentation), pour diminuer au stade 4 (fleur pigmentée).

2° qu'aux trois stades où la fleur est dépourvue de coloration rouge (stades 1, 2 et 3), il n'existe pas de glucosides ; ces composés n'apparaissent qu'au stade 4, au cours de la pigmentation de la fleur.

Conclusions. — Nous pourrons donc conclure, pour ce qui concerne la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs, dans le même sens que Raoul Combes dans ses recherches sur les rapports existant entre la variation des matières hydrocarbonées des feuilles et la formation de l'anthocyane dans ces mêmes feuilles.

Raoul Combes dit (1) : « Puisque la formation de l'anthocyane, composé de nature glucosidique, est corrélative d'une augmentation des glucosides totaux, il paraît logique de supposer que cette substance ne se forme pas aux dépens de glucosides préexistants, mais qu'elle se constitue plutôt de toutes pièces, c'est à sa formation que doit être rapportée, au moins en partie, l'augmentation qui se produit dans l'ensemble des glucosides. »

Nous dirons à notre tour, apportant une nouvelle contribution à l'étude de cette question :

Puisque la formation de l'anthocyane, composé de nature glucosidique est corrélative d'une *apparition* de glucosides dans la fleur, on doit admettre que *ce pigment ne se forme pas aux dépens de glucosides préexistants, mais qu'il se constitue de toutes pièces, et que c'est à sa formation qu'est due la quantité totale des glucosides qui existent dans la fleur pigmentée.*

Cette formation d'anthocyane est précédée d'une accumulation de composés sucrés (stade 3, 28 gr,88 et seulement 10 gr,05 au stade 2) et accompagnée d'une diminution de ces mêmes composés dans les tissus au stade 4 (14 gr, 10). Elle paraît donc bien devoir être sous la dépendance des matières hydrocarbonées.

Enfin, rappelant les résultats des échanges gazeux diurnes et nocturnes, nous ajouterons aux phénomènes constatés lors de la formation de l'anthocyane, une fixation importante d'oxygène par les tissus sous l'influence de l'intensité lumineuse.

Travail fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

ESSAI DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DES CONFINS DU SOISSONNAIS, DU TARDENOIS ET DE LA RÉGION RÉMOISE

par M. Émile CHAMPAGNE

I

INTRODUCTION

Lorsqu'on va de Paris à Reims en chemin de fer, il est facile d'observer, entre la région parisienne que l'on quitte après la Ferté-Milon, et la région champenoise de la craie, où l'on pénètre un peu avant Reims, une zone intermédiaire, ressemblant encore beaucoup à l'Ile-de-France, mais présentant, pour le naturaliste observateur, certains caractères nouveaux, peu définissables à la vérité. C'est surtout une variété moindre dans les éléments du paysage, quelque chose de moins riant, de moins harmonieux. Cette impression, purement artistique au premier abord, repose sur de réelles différences entre la flore locale et celle des environs de Paris. Ces différences sont dues à la proximité de la Champagne, et aussi, sans doute, à la situation plus septentrionale du pays. On aura donc une flore plus pauvre que celle des environs de Paris, avec certains éléments toutefois qui manquent à cette dernière.

Mettre ces faits en lumière, en rechercher les causes dans le détail, tel est le programme que je me suis efforcé de suivre.

Le présent travail diffère un peu, on le voit, des études phytogéographiques de même nature ; d'ordinaire, après avoir choisi une région homogène, bien individualisée, comme une vallée, ou une forêt, l'auteur étudie la végétation et cherche à préciser les facteurs qui la déterminent ; ici aussi on étudie la flore d'une région, mais cette région n'est pas homogène, elle ne constitue pas un tout nettement individualisé.

Pour que le travail présentât quelque intérêt il a fallu s'étendre suffisamment, ce qui ne peut se faire qu'aux dépens de la recherche de détail. Telle quelle, cette étude représente un nombre assez considérable d'excursions, échelonnées sur environ trois années. Bien des choses m'ont échappé, j'en suis sûr ; mais le secteur étudié ne forme que la partie centrale d'une aire beaucoup plus étendue, qui fera plus tard, si je le puis, l'objet d'un travail plus considérable, et en même temps plus complet.

Le plan suivi est celui dont on ne peut guère s'écarter dans une étude phytogéographique : une première partie, comprenant la géographie et la géologie de la région ; une deuxième partie, où l'on étudie les associations végétales dont se compose la flore locale ; et enfin la troisième, dynamique, où sont exposées les causes certaines ou probables des faits constatés.

Je dois, avant de passer outre, remercier les personnes qui m'ont soutenu dans l'entreprise de ce petit travail ; d'abord M. le professeur G. Bonnier, qui m'a accueilli et encouragé, M. Buchet, préparateur à la Sorbonne, à qui j'en dois la première idée, mon ami P. Allorge, dont la claire et méthodique étude sur l'Hautie m'a plus d'une fois servi de modèle, M. Laurent, professeur à l'École supérieure des Sciences de Reims, qui m'a fourni d'utiles indications bibliographiques. Enfin, on me permettra de reconnaître l'aide que m'ont prêtée mes frères R. et P. Champagne, par les renseignements qu'ils m'ont communiqués ou les clichés qu'ils ont pris à mon intention.

II

GÉOGRAPHIE et GÉOLOGIE

1. — Situation géographique. — Étendue.

Notre région, à cheval sur les départements de l'Aisne et de la Marne, est limitée naturellement au nord par la rivière d'Aisne ; à l'est, d'abord par une ligne arbitraire allant de Villers-en-Prayère à Fismes, puis par les vallées de l'Ardre et de son affluent l'Orillon, jusqu'à Coulonges. Là, au sud, on a de nouveau une limite arbitraire, jusqu'à Nesles, puis elle redevient naturelle avec les vallées du Ru de Pont-Brau et de l'Ourcq. Enfin, à l'ouest, on a encore une limite naturelle dans les plateaux qui bordent la vallée du Murton et celle de la Vesle, sur la rive gauche.

On a déjà remarqué que la région n'est pas une ; avec le but que je me suis proposé il n'en pouvait être autrement. Ce sont précisément les échanges, les interpénétrations de flores au point de rencontre de ces trois régions naturelles : Champagne rémoise, Soissonnais et Tardenois, qui constituent la raison d'être de la présente étude.

La surface ainsi délimitée est de 25.000 hectares environ. Comme plus grandes distances en ligne droite, on a, dans la direction Nord-Sud, 22 kilomètres de Vailly à Fère-en-Tardenois ; dans la direction Est-Ouest, 13 kilomètres, de Courville à Lhuys, ou d'Augy à Blanzy.

2. — Orographie et Hydrographie.

En jetant les yeux sur la carte physique de notre secteur, on est tout de suite frappé de la différence que présentent la moitié nord et la moitié sud.

A.) La moitié nord, qui forme le Soissonnais oriental, présente une grande simplicité de relief : larges plateaux séparés les uns des autres par les vallées de l'Aisne, de la Vesle, du Murton, et échancrés par les vallons de leurs affluents. Le plateau qui sépare la Vallée de la Vesle et celle de l'Aisne, d'une faible largeur, ne dépassant guère 3 kilomètres, présente une altitude moyenne de 170 mètres. Les points culminants sont : 175 m. à l'Epine de Vauxcéré, et 184 m. au N.-O. de Dhuizel. La vallée du Murton et celle de la Vesle sont bordées à l'ouest par le plateau du Mont de Soissons, beaucoup plus large, mais d'une altitude moindre : le point culminant, pour le secteur, est 140 m. à l'ouest de Lhuys.

Les vallées présentant une altitude moyenne de 65 m. il y a donc des dénivellations relativement considérables. Les pentes, assez abruptes au-dessus du thalweg, sont formées par la partie moyenne du calcaire grossier.

La rivière d'Aisne coule dans la direction est-ouest jusqu'à

Vailly, où elle s'infléchit au sud-ouest avant de recevoir la Vesle en aval de Condé-sur-Aisne. Elle est accompagnée, sur sa rive gauche, d'un canal qui prend fin à Condé.

La Vesle (125 kilom.) prend sa source dans les terrains crayeux de la Champagne ; après Reims elle aborde la falaise tertiaire et y perce sa vallée, où elle déroule un cours sinueux à travers des marais boisés. En aval de Fismes, elle reçoit l'Ardre (40 kilom.) descendue de la montagne de Reims ; cet affluent a été grossi lui-même à Saint-Gilles par l'Orillon, qui vient du sud, d'au-delà de Coulonges. La Vesle et l'Ardre ont une direction sensiblement S.-E. — N.-O. Au contraire, le Murton, en se jetant dans la Vesle, fait avec elle un angle droit. Il se forme à Loupeigne par la réunion de deux ruisseaux, l'un venant des hauteurs de Mareuil-en-Dôle, l'autre plus long, qui prend sa source à l'ouest d'Arcy-Sainte-Restitue. De Loupeigne à son embouchure, située près de l'ancienne ville gallo-romaine d'Ancy, il parcourt une dizaine de kilomètres.

B.) La moitié sud présente un relief beaucoup plus varié. Elle forme un vaste plateau qui n'est pas complètement indépendant des hauteurs avoisinantes. A l'ouest, les buttes du Parc de Fère se relient à la grande crête qui va de Cramaille à Villers-Hélon : c'est la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Aisne et celui de l'Ourcq. Au S.-E., les hauteurs de la forêt de Dôle se continuent par celles du Bois-Meunière : c'est encore la ligne de partage entre les deux bassins.

A part ces deux points de contact, nous avons affaire à un canton bien délimité par les vallées de la Vesle et de l'Ardre au nord ; par le Ru de Pont-Brau et l'Ourcq, au midi, et par le Murton, à l'Ouest. Au centre est une croupe, de direction parallèle au Murton et à l'Orillon ; elle porte les forêts de Nesle, de Dôle et du Mont Notre-Dame. Les points culminants sont : 206 m. entre la ferme des Bons-Hommes et Dravegny, 210 m. à la crête de Dravegny, et 211 m. au Signal du Mont Saint-Martin.

L'Ourcq et ses affluents présentent des vallées tourbeuses, nettement différentes des vallées à diluvium de la région nord.

3. — Climat.

La région est soumise au régime climatérique séquanien. La moyenne de la température est naturellement un peu plus basse qu'à Paris, mais cette différence est inférieure à un degré.

Cependant, il faut noter le régime spécial des plateaux de la partie nord qui, livrés entièrement à la culture des betteraves et des céréales, présentent une grande surface nue, sujette à de considérables variations thermiques. Les vents y soufflent sans obstacle, si bien qu'il y règne une sorte de régime des steppes qui se fait sentir dans la flore comme dans la faune.

Les pentes des vallées, abstraction faite de la nature du sol, offrent une végétation différente suivant leur orientation. Celles qui sont exposées au midi jouissent en hiver d'une température plus douce, et parfois réellement clémente dans certains coins abrités.

La vigne était autrefois cultivée avec succès dans les pentes ensoleillées. Elle ne l'est plus aujourd'hui qu'en certains points, à Paars notamment, où se récolte un vin de pays constituant une bonne boisson de table. Ailleurs, comme aux alentours de Braye, cette plante se rencontre à l'état subspontané dans les talus et les haies. La défaveur où sa culture est tombée ne tient qu'à des raisons économiques.

La douceur relative du climat est encore attestée par la présence de nombreux Merisiers et Noyers. Les Noyers du canton de Braine sont bien connus, et se reproduisent dans tous les boqueteaux avec une facilité singulière. On peut remarquer encore la naturalisation de l'Arbre de Judée *(Cercis Siliquastrum)*, maintenant subspontané au Mont Notre-Dame.

4. — Géologie.

Là, comme pour le relief, il faut distinguer la partie nord et la partie sud.

A.) La partie nord présente la succession typique du Soissonnais, allant du Thanétien au Lutétien supérieur.

1) Le Thanétien n'est marqué que par deux affleurements sans importance ici.

2) Le fond des vallées est occupé par les alluvions. En se rapprochant de la base des collines, de chaque côté, on remarque

des terres noirâtres : ce sont les lignites du Soissonnais. Les anciennes exploitations ou cendrières sont généralement envahies par des taillis.

3) En abordant la pente des collines on rencontre les sables nummulitiques, très bien développés, quoique souvent recouverts en partie par les éboulements du calcaire grossier. Ces sables, dans la région que nous étudions, contiennent toujours une certaine proportion de calcaire, due à diverses causes, entre autres à la dissolution sur place des éboulis. C'est un fait dont j'aurai l'occasion de montrer l'influence sur la végétation.

4) Le calcaire grossier inférieur n'a pas d'importance à notre point de vue. — Le calcaire grossier moyen au contraire en a beaucoup, surtout par sa situation constante au flanc des vallées, où il détermine toujours une flore calcicole bien nette. — Le calcaire grossier supérieur est le plus souvent recouvert par le limon des plateaux, mais là où il est à découvert, il donne lieu aux mêmes observations que le niveau précédent.

Les grands plateaux sont couronnés par les limons argilo-sableux ; leur fertilité donne lieu à une culture intensive qui en a banni à peu près toute végétation spontanée autochtone.

Quant aux alluvions anciennes, très bien développées sous forme de diluvium dans les vallées de l'Aisne et de la Vesle, où elles sont exploitées pour le ballast, elles ne sont jusqu'à présent pas connues dans les vallées de moindre importance. Par contre, les alluvions modernes existent partout. La Vesle dépose chaque hiver une certaine quantité de limon ; c'est là un fait sur lequel nous reviendrons.

B.) La partie sud, qu'on pourrait appeler le Massif de Dôle, présente une autre succession, semblable aux successions ordinaires des environs de Paris.

L'Auversien y est représenté en gros par trois niveaux.

a) Des marnes et des sables marneux, niveau humide, propices aux taillis : c'est le niveau du Mont Saint-Martin.

b) Les sables de Beauchamp, d'une puissance de 25 mètres parfois, avec des bandes de grès, bien développées à la forêt du Mont Notre-Dame et surtout au parc de Fère.

c) L'horizon de Mortefontaine, marnes et sables argileux, formant un niveau humide avec des mares et des pelouses à Orchis, comme à la ferme de Mottin, à la Crête de Chéry.

Le Bartonien et le Ludien, avec le calcaire de Saint-Ouen et les marnes du gypse, sont généralement couverts de taillis et de jachères. (Mareuil-en-Dôle, signal du mont Saint-Martin).

Enfin les argiles vertes et la meulière de Brie, sauf une portion livrée à la culture, supportent des bois frais avec sous-bois à *Pteris aquilina*. Ces deux niveaux ne forment qu'un seul tenant d'une assez grande étendue à l'ouest de Dravegny.

Pourquoi ces successions d'éocène supérieur dans la partie sud, et d'éocène inférieur dans la partie nord ? La coupe donnée à la figure 1 le fait comprendre de suite. Les couches vont en se relevant du sud au nord. Les sables nummulitiques, qui n'affleurent même pas dans la vallée de l'Ourcq, sont portés dans celle de l'Aisne très haut sur la pente des collines, et les niveaux supérieurs ou lutétiens n'existent plus. Pour la même raison, les marnes à Pholadomyes, qui à la ferme des Bons-Hommes se montrent à 190 m. d'altitude, se trouvent portées à 211 m. au Signal du Mont Saint-Martin. Il nous reste à ajouter que la vallée de l'Ourcq et celles de ses affluents réunissent les conditions nécessaires à la formation de la tourbe, que l'on y exploite en effet. « Le fond de la vallée de l'Ourcq, dit d'Archiac (1), ouverte dans le calcaire

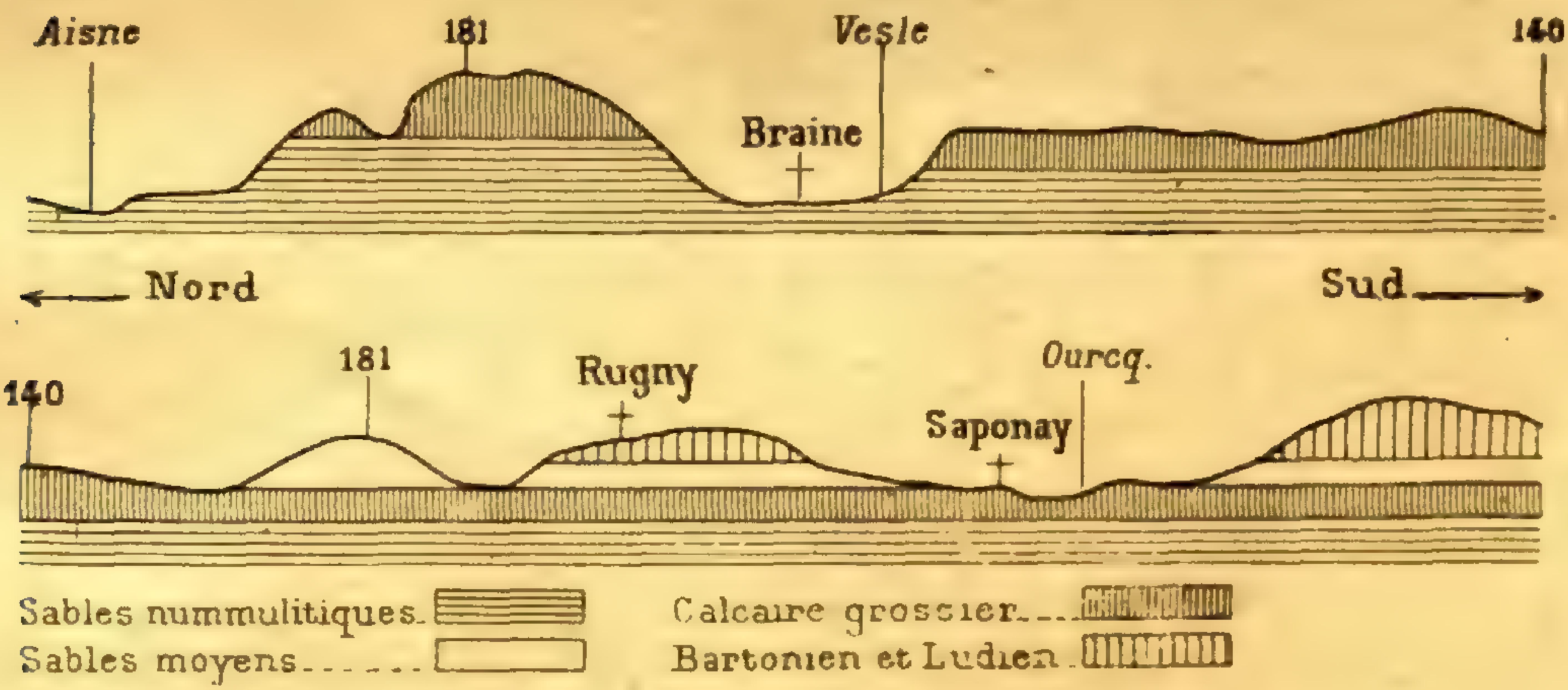


Fig. 1. — Coupe montrant l'ascension des couches vers le nord.
(Extraite de d'Archiac, *Descr. géol. du département de l'Aisne*).
La figure inférieure est la continuation, de gauche à droite, de la figure supérieure.

---

(1) Description géologique du département de l'Aisne, p. 169.

grossier, paraît occupé par les glaises qui sont inférieures à ce groupe (1). Ces glaises retiennent les eaux. En outre l'Ourcq n'est point sujette à des crues qui la fassent déborder souvent (2) ; elle ne dépose presque point de sédiment, et la hauteur de ses eaux varie peu ; ces eaux sont peu profondes, et leur vitesse est très faible. » Le même auteur fait remarquer que les sols tourbeux donnent un foin de mauvaise qualité, et que les arbres n'y croissent pas. C'est ce que l'on peut constater de son wagon, en traversant le Parc de Fère, sur la ligne Paris-Reims.

III

LES FACIÈS ET LES ASSOCIATIONS

Les trois régions naturelles au point de rencontre desquelles nous sommes placés sont donc géologiquement dissemblables.

Le Soissonnais et le Tardenois ont ceci de commun d'être des pays de plateaux coupés de vallées plus ou moins larges. Mais, tandis que dans le premier on a des plateaux au vrai sens du mot, toujours occupés par la culture, et formés de limon reposant sur un sous-sol calcaire, dans le second on a des buttes arrondies ou allongées, boisées ou cultivées, et formées de couches variées et alternantes, où les éléments siliceux ont une grande part. Dans le Soissonnais, les bois occupent les pentes, et on les a surtout laissés sur celles qu sont exposées au nord, réservant les autres pour la culture. Dans le Tardenois au contraire, les bois couronnent d'ordinaire les sommets. — Comme d'autre part, en pays soissonnais, la moitié supérieure des pentes est formée par les couches calcaires, et la moitié inférieure par les sables nummilitiques, cette situation des terrains boisés siliceux dans les parties basses donne lieu à une flore différente de celle que l'on pourrait observer si ces terrains se trouvaient sur les hauteurs. Outre les changements qui peuvent résulter dans la composition chimique par suite des avalanches en miniature qui descendent du calcaire sus-jacent, l'éclairement est moindre, et l'humidité plus forte, surtout si l'exposition n'est pas au midi. Ces conditions s'observent dans notre partie nord, et le bois du Longtourêts, près du mont Notre-Dame, est un exemple de ces bois humides des sables nummulitiques.

---

(1) Ce sont les argiles dites panisèliennes.

(2) Abstraction faite toutefois de la grande crue de 1910, que l'Ourcq a subie comme les autres rivières du bassin de la Seine.

Quand ces sables sont à bonne exposition, ils sont alors cultivés ; ils sont meubles et chauds, et l'on y remarque de forts bons plants d'asperges, et surtout ces champs de haricots qui ont fait la réputation du pays.

Dans le Tardenois la flore spontanée silicicole occupant les hauteurs se trouve dans des conditions toutes différentes. Aussi constaterons-nous une flore bien plus originale, celle de la bruyère à *Calluna*. — Cependant les sables nummulitiques, lorsqu'ils sont placés dans les mêmes conditions, peuvent présenter aussi le faciès à *Calluna*. Ainsi, sur la butte peu élevée de la Haute-Bruyère, au centre de la plaine d'alluvions du Murton et de la Vesle, on trouve, dans un endroit réunissant les conditions voulues, *Calluna* et quelques-unes de ses plantes : c'est une ébauche de faciès, ou bien un restant.

Dans les deux régions on a des terrains calcaires, plus importants toutefois dans le Soissonnais, où ils forment, on l'a vu, une bande au bord de toutes les collines. Dans le Tardenois le niveau de Saint-Ouen et les marnes à Pholodomyes forment une auréole calcaire entre les sables de Beauchamp et les argiles vertes ; par suite du relief mamelonné, les terrains calcaires sont disposés ici en anneaux. Dans le Soissonnais au contraire les bandes se rejoignent et se continuent toutes. Ces deux dispositions ne sont pas sans influence sur la propagation. En outre, dans le Tardenois, les anneaux calcaires isolent les portions siliceuses, dont la flore est ainsi plus individualisée, puisqu'elle ne peut que difficilement recevoir des apports du dehors.

Somme toute le Soissonnais et le Tardenois ne présentent pas de différences très considérables au point de vue botanique. Quelles que soient les dissemblances géologiques, on a de part et d'autre une certaine proportion de terrains calcaires qui permettent, à côté d'une flore silicicole plus ou moins florissante selon les endroits, l'établissement d'une flore calcicole.

Avec la région champenoise il en va tout autrement. La craie est du calcaire pur ou plus ou moins mélangé d'argile et de sable. La terre qu'elle donne renferme jusqu' à 80 °/₀ de $CO^3 Ca$. Au lieu des collines variées des terrains tertiaires, on ne voit que d'immenses plaines, dont la monotonie est à peine rompue çà et là par de faibles ondulations. « Les rares cours d'eau de la région sont peu ou pas ramifiés ; leur eau est blanche, laiteuse et tranquille... Partout les coteaux présentent des étages en gradins, des houles, où s'est conservée, au milieu des cultures, une végétation spontanée intéressante. Les plateaux dénudés sont stériles ; ils constituent des triots ou savarts, maigres pâturages à moutons où l'on a essayé la culture des résineux. La végétation des savarts est pauvre, celle des bois de pins ne l'est pas moins... La flore en général diffère de celle des terrains siliceux (1). »

Ces données vont nous conduire tout de suite à l'étude des flores calcicoles.

1. — Associations calcicoles

La flore de la craie est pauvre, mais présente une physionomie à part, surtout dans les triots. Les moissons ne nous offrent que des plantes vagabondes, que nous retrouverons sur le calcaire grossier supérieur, à part toutefois *Isatis tinctoria, Kentrophyllum lanatum, Reseda Phyteuma* (2), que je n'ai jamais récoltés dans la région tertiaire.

Les triots, dont le camp de Châlons est un excellent exemple (du côté des polygones de tir) sont caractérisés surtout par *Thymus Serpyllum, Ajuga genevensis, Linum alpinum* var. *Leonii* (parfois très abondant), *Euphorbia Gerardiana, Ophrys aranifera*, etc. Le point le plus occidental où j'ai trouvé *E. Gerardiana* est Merfy, près de Reims ; dans notre secteur je ne l'ai jamais rencontrée.

Enfin les garennes de Pins présentent *Monotropa Hypopithys, Genista pilosa.* Nous retrouverons la première ; l'autre me paraît jusqu'à présent distinctive de la région de la craie. *Coronilla minima*, qu'on trouve aux environs de Reims sur les pentes sèches, manque également à notre région.

Voilà des différences. L'étude des associations calcicoles de notre région va nous montrer à présent quelques analogies.

---

(1) F. Bestel, Géographie botanique du département des Ardennes, in Callay. Catalogue des plantes vasculaires des Ardennes, Charleville 1900, pp. 67-68.

(2) *R. Phyteuma.* Les flores parisiennes le donnent comme rare ou assez rare. Commun autour de Reims.

PELOUSES CALCAIRES

Anemone Pulsatilla.
Helianthemum vulgare.
Polygala amarella.
Linum tenuifolium.
— *alpinum, var. Leonii.*
Hippocrepis comosa.
Ononis spinosa.
Anthyllis Vulneraria.
Genista tinctoria.
Cytisus supinus.
Carlina vulgaris.
Hieracium Pilosella.
Campanula rotundifolia.
— *glomerata.*
Phyteuma orbiculare.
Veronica verna.
Orobanche epithymum
Salvia pratensis.
Teucrium Botrys.
— *montanum.*
Thymus Serpyllum.
Orchis purpurea.
— *militaris.*
— *simia.*
— *montana.*
— *conopsea.*
— *bifolia.*
Ophrys muscifera.
— *arachnites.*
— *aranifera*
Epipactis atrorubens.
Briza media.
Juniperus communis.

Lorsqu'il y a des buissons, on trouve *Epipactis latifolia*, *Cephalanthera grandiflora*.

Enfin l'humidité dans le sous-sol fait apparaître *Tetragonolobus siliquosus*, *Chlora perfoliata*, *Gentiana germanica* et même *Colchicum autumnale*.

C'est, en plus riche, la flore des houles de la Champagne dont parle M. Bestel. Ce faciès est très constant, et se retrouve dans tout le secteur, au moins avec ses principaux caractères, sur les bandes calcaires dont il a été question : pelouses ordinairement arides, et bien typiques à Lhuys, à Saint-Thibaut, au mont de Fourches, etc.

On y assiste à trois flores successives : la première vers le milieu de mai, caractérisée par *Orchis militaris, purpurea* et *simia*, avec *Ophrys muscifera* (le plus précoce de nos *Ophrys*) et *O. arachnites ;* la deuxième vers la fin de juin, avec *Orchis conopsea, Linum alpinum, Chlora perfoliata ;* enfin la troisième au mois de septembre avec les *Teucrium* et *Gentiana germanica*.

Dans ce faciès, *Linum alpinum* (1), sans être très abondant, se rencontre à presque toutes les stations. Je l'ai trouvé de station en station à partir de la limite est, près de Crugny ; on pourrait d'après cela supposer avec quelque fondement une propagation se faisant de l'est à l'ouest, et venant pour notre secteur de la région de la craie, où ce Lin est répandu. Brisson, dans son catalogue des plantes phanérogames de la Marne, le donne comme assez commun, et j'ai pu constater moi-même son abondance dans certaines parties du camp de Châlons où il arrive à former de vrais champs. Malgré tout ce ne sont pas là des preuves, et on peut aussi bien penser que ces stations de *L. alpinum* ont une origine plus ancienne et moins accessible à nos recherches.

---

(1) Il est donné comme rare dans la région parisienne.

Ophrys aranifera, dont il y a aussi de belles stations au pays de la craie, n'a été trouvé par moi qu'une fois, à Lhuys.

Enfin dans ce faciès on constate souvent *Ulmus* var. *suberosa,* que nous retrouverons dans les bois calcaires.

TALUS ET CHEMINS CALCAIRES

Geranium columbinum.
— *rotundifolium.*
— *molle.*
— *dissectum.*
Ononis spinosa.
— *Natrix.*
Coronilla varia.
Ervum gracile.
Sedum acre.
— *album.*
Eryngium campestre.
Fœniculum officinale.

Knautia arvensis.
Centaurea Calcitrapa.
Verbascum Thapsus.
Odontites lutea.
Salvia pratensis.
Origanum vulgare.
Mentha rotundifolia.
Stachys recta.
— *alpina.*
— *germanica.*
Plantago lanceolata.
Euphorbia Cyparissias.

Stachys alpina n'a été trouvée qu'une fois, sur un talus près d'Arcis-le-Ponsard, tout à fait sur la limite est ; Brisson (1) en signale plusieurs stations dans la région de la forêt de Reims. On peut rapprocher ces deux faits. — De même les seules stations de *Stachys germanica* que j'ai constatées se trouvent sur les confins du sud-est, l'une entre autres à Villers-Agron, tout près de la vallée de la Marne : or, le même auteur en indique plusieurs stations plus à l'est et au sud-est.

---

(1) op. cit.

Ces faits tendent à montrer une direction est-ouest dans la propagation de certaines plantes calcicoles.

Quand l'humidité devient suffisante on voit apparaître *Sambucus ebulus,* ou d'autres espèces plus hygrophiles. C'est d'ailleurs une remarque d'ordre général que, grâce à des sources, à des filets d'eau qui sourdent sur les hauteurs, on peut voir là des plantes qui ne s'y rencontrent pas d'ordinaire. Ainsi sur un talus du vallon de Chéry la présence d'une cascade est annoncée par une double haie d'*Eupatoria cannabina,* se détachant sur le gramen sec d'alentour.

Moissons et friches calcaires

Adonis æstivalis.
— *autumnalis.*
Nigella arvensis.
Delphinium Consolida.
Papaver Rhæas.
— *Argemone.*
Sinapis arvensis.
Raphanus Raphanistrum.
Lepidium campestre.
Iberis amara.
Thlaspi perfoliatum.
Reseda luteola.
Saponaria Vaccaria.
Linum cartharticum.
Althœa hirsuta.
Lathyrus tuberosus.
Ervum tetraspermum.
Melilotus arvensis.
Anthriscus vulgaris.
Panistaca silvestris.
Torilis infestans.
Caucalis daucoides.
Carum Bulbocastanum.
Scandix Pecten-Veneris.
Asperula arvensis.
Sherardia arvensis.
Dipsacus silvestris.
Crepis virens.
Sonchus asper.
Lactuca perennis.
Anthemis arvensis.
Carduus nutans.
Specularia Speculum.
Lithospermum arvense.
Cynoglossum officinale.
Hyosciamus niger.
Odontites rubra.
Melampyrum arvense.
Linaria supina.
Veronica acinifolia.
— *agrestis.*
— *arvensis.*
— *hederæfolia.*
Calaminta Acinos.
Stachys annua.
Polygonum Convolvulus.
Euphorbia exigua.
Muscari comosum.

Aux places plus humides on récolte *Gnaphalium uliginosum.*

C'est ici que notre végétation se rapproche le plus de celle des plaines champenoises. La liste précédente pourrait s'appliquer au pays de Reims, en y ajoutant toutefois les espèces spéciales qui ont éte indiquées. Les plantes des moissons sont vagabondes, rustiques ; elles se propagent très facilement. Au surplus les semis de grains achetés un peu partout sont une cause de mélanges, et c'est probablement ainsi qu'il faut expliquer la plupart des apparitions de plantes nouvelles dans ce faciès.

Je citerai cependant le cas de *Saponaria Vaccaria*, localisée dans les moissons de la partie sud-est, à Saint-Gilles, Chéry-Chartreuve, Cohan, etc. Brisson (loc. cit.) en signale des stations non loin de là, à Champvoisy, à Épernay, etc. Il y a encore là un rapprochement qui ne doit pas être fortuit.

On peut rattacher à ce faciès les limons des plateaux ; on y trouve, de la liste donnée plus haut, les plantes les plus rustiques, les plus habituées à pousser partout, comme *Specularia speculum, Raphanus raphanistrum, etc.*

Bois calcaires

Helleborus fœtidus.
Geranium Robertianum.
Acer campestre.
— *platanoides.*
— *pseudo Platanus.*
Evonymus europæus.
Cytisus Laburnum.
Prunus spinosa.
— *Padus.*
Cratægus oxyacantha.
Chærophyllum temulum.
Hedera Helix.
Cornus mas.
— *sanguinea.*
Lonicera Xylosteum.
Galium aparine.
Daphne laureola.
Ulmus campestris, var. *suberosa.*
Iris fœtidissima.
Listera ovata.
Ophrys apifera.
Milium effusum.
Brachypodium pinnatum.

Vincetoxium officinale se rencontre aux endroits éclairés, *Astragalus glycyphyllos* sur les lisières, *Tamus communis* dans les broussailles des clairières. On est ramené ainsi au faciès des pelouses.

Au mont Notre-Dame on a l'association *Daphne Laureola* et *Helleborus fœtidus* (1). Une association semblable se rencontre dans la Meuse, aux environs de Verdun, avec *Daphne Mezereum* à la place de *D. Laureola*. Or *Daphne Mezereum*, assez rare dans la Marne, est assez commun dans les Ardennes, sur le calcaire jurassique. Quant à *D. Laureola*, il n'est pas nommé par Brisson dans le catalogue de la Marne, et Callay ne l'ayant pas trouvé dans les Ardennes l'y indique avec doute ; si on ne le découvre ni dans l'un ni dans l'autre de ces départements il deviendra probable que nous nous trouvons à la limite est d'une des aires d'extension de cette espèce. Pour *D. Mezereum* ce serait le contraire : il deviendrait plus commun, par rapport à nous, en avançant vers l'est et le nord-est.

EBOULIS CALCAIRES

« Les flancs des vallées du second ordre qui débouchent dans celle de l'Aisne sont pour la plupart recouverts d'éboulements » (2). Ces éboulements, formés aux dépens du calcaire grossier, sont d'ordinaire indiqués par de petits bois à flanc de coteau ; on y trouve une flore de décombres : terme de passage entre la flore des bois calcaires et la flore rudérale. Citons les espèces les plus caractéristiques : *Clematis Vitalba, Sisymbrium Alliaria, Geranium Robertianum, Rubus fruticosus, Bryonia dioica, Chærophyllum temulum, Hedera Helix, Sambucus nigra, Galium aparine, Symphitum officinale, Humulus Lupulus, Arum maculatum.*

Ces boqueteaux sur éboulis sont très caractéristiques de la région. Lorsqu'ils sont ombreux et humides, ils nous font passer au faciès péri-hygrophile.

2. — Rudérales.

On peut les diviser, par ordre de spécialisation croissante, en quatre sections :

1) Les Rudérales proprement dites, qui poussent dans les cours des fermes, les rues des villages, etc.

---

(1) Géneau de Lamarlière le croyait manquant dans le Soissonnais. (Végét. de la Montagne de Reims, *in Comptes-rendus de la Soc. d'Hist. nat. de Reims*).

(2) d'Archiac. loc. cit. p. 171.

Chelidonium majus.
Papaver somniferum.
Sisymbium Sophia.
Hesperis matronalis.
Erysimum cheiriflorum.
Conium maculatum.
Cerefolium sativum.
Vinca major.
Borrago officinalis.
Solanum nigrum.
Datura Stramonium.
Lamium album.
Leonurus Cardiaca.
Chenopodium Bonus-Henricus.
Euphorbia Peplus.
Mercurialis annua.
Urtica dioica.
— *urens.*
Cannabis sativa.
Hordeum murinum.

2) Les plantes des décombres, qui sont, dans cette région, les mêmes que celles des éboulis des pentes.

3) Les Pariétaires, *Cheiranthus Cheiri, Sempervivum tectorum, Parietaria officinalis, Iris germanica, Bromus tectorum,* auxquelles se joignent, aux endroits ensoleillés, *Corydalis lutea, Sedum acre* et *album,* et aux endroits ombreux *Phœnopus muralis, Polypodium vulgare, Asplenium Ruta-muraria. Antirrhinum majus* s'y rencontre aussi parfois, et des espèces peu exigeantes, comme *Geranium Robertianum,* s'y logent dans les fentes entre deux pierres.

4) Les Saxicoles, où l'on retrouve quelques plantes pariétaires, associées à *Asplenuim Trichomanes, Scolopendrium officinale,* qui cherchent l'ombre, et à *Saxifraga tridactylites, Linaria Cymbalaria,* qui vivent au soleil.

Ce groupe des Rudérales constitue une sorte de carrefour des faciès qui, suivant que l'on part dans un sens ou dans l'autre, conduit à des associations de nature toute différente. Il y a en effet chez ces plantes une grande facilité d'adaptation et au contact d'autres associations végétales, elles s'étendent aux dépens de ces dernières et empiètent sur leur domaine. Ce phénomène « d'irradiation des rudérales » a déjà été signalé (1). Selon qu'un village sera situé sur la lisière d'une forêt, sur le bord d'un plateau calcaire, ou à proximité d'un cours d'eau, on aura une zone de mélange des rudérales avec la flore des bois, celle des moissons calcaires ou celle des rivières. Il y a là autant de termes de passage.

L'un des plus caractéristiques est celui qu'on observe ici avec la

(1) P. Allorge. Essai de Géographie botanique des hauteurs de l'Hautie et de leurs dépendances, p. 32.

flore des moissons sablonneuses. Les villages du Soissonnais, la plupart situés au pied des collines, sont bâtis sur des terrains légers et meubles, mélange de sable cuisien et d'alluvions, qui autour du village, sont cultivés en jardins, vignes, champs de pommes de terre ou d'asperges, et plus loin en moissons. Dans ces dernières on a la flore des moissons sablonneuses ; dans la partie plus voisine des villages on a une flore qu'on peut appeler périrudérale, avec *Euphorbia Peplus, E. Helioscopia, Muscari racemosum, Papaver Rhæas, Solanum nigrum*, etc. La transition est insensible.

3. — Psammophiles et Calcifuges.

Les moissons sablonneuses ne forment donc pas un faciès très distinct. Je citerai seulement *Ranunculus arvensis, Papaver Argemone, Trifolium arvense, Ervum hirsutum, Lycopsis arvensis*, etc. Très voisin est le faciès des talus sablonneux, sur le bord des routes, des chemins, dans les vallées.

Talus sablonneux

Arabis sagittata.
Dianthus prolifer.
— *Armeria.*
Silene nutans.
Erodium cicutarium.
Sarothamnus scoparius.
Vicia Cracca.
— *lutea.*
Vicia purpurascens.
— *hybrida.*
Œnothera biennis.
Sedum Telephium.
Armeria plantaginea.
Asparagus officinalis.
Loroglossum hircinum.

Le gazon se développe librement, et sur le fond verdâtre des graminées se détachent les fleurs roses des œillets ou des *Armeria*. On peut à ce propos constater la spécialisation de nos *Dianthus* en deux groupes : *prolifer* et *armeria* vivent sur ces talus où le sable est assez mêlé, tandis que *D. carthusianorum* et surtout *D. Deltoides* sont bien plus calcifuges. — Quand il y a passablement de calcaire on voit pousser sur ces talus *Helianthemum vulgare, Linum tenuifolium, Ononis Natrix*, descendus du calcaire d'au-dessus. C'est le cas à Bruys, près du pont du chemin de fer. Quand au contraire le sable est suffisamment pur, on rencontre des touffes de *Sarothamnus*.

Friches et clairières sablonneuses

Silene conica.
Arenaria trinervia.
Sedum reflexum.
Jasione montana.
Ulex europæus.
Sarothamnus scoparius.
Cynoglossum officinale.
Veronica præcox.
— *spicata.*
Ajuga genevensis.
— *Chamæpytis.*
Rumex acetosella.
Anthoxanthum odoratum.

Là où le sable est très meuble, dans les chemins, on trouve *Potentilla argentea, Sedum Telephium, Mibora verna,* etc. — Le sable devient-il plus pur, plus blanc, on voit apparaître les *Calluna,* c'est un nouveau faciès ; y a-t-il au contraire une bonne proportion d'humus c'est le bois siliceux. Les *Sarothamnus* ne se trouvent plus dans la bruyère à *Calluna* typique, ils disparaissent aussi dans les bois siliceux, l'ombre devenant trop forte ; ils se réfugient alors sur les lisières ; c'est ce qu'on voit le long de tous les bois entre Braine et Vailly.

Bois siliceux

Il y aurait lieu de distinguer plusieurs faciès secondaires :

1) C'est d'abord le bois siliceux type, sec et bien éclairé, où les conifères jouent un rôle important.

Aquilegia vulgaris.
Dianthus deltoides
Hypericum montanum.
Ilex aquifolium.
Vicia sepium.
Orobus tuberosus.
Scabiosa Succisa.
Campanula cervicaria.
Phyteuma spicatum.
Pulmonaria angustifolia.
Melampyrum pratense.
Veronica serpyllifolia.
Stachys Betonica.
Teucrium Scorodonia.
Euphorbia silvatica.
Luzula campestris.
— *vernalis.*
Carex vulpina.
Anthoxanthum odoratum.
Pteris aquilina.

2) Certaines parties plus ombragées, avec des chênes et des noisetiers, où l'humus est plus développé, sont signalées par des tapis de *Convallaria maïalis ;* on y récolte aussi *Polygonatum vulgare, P. multiflorum* et *Maianthemum bifolium.* Le sous-bois y est

plus riche en arbrisseaux : *Rhamnus frangula, Mespilus germanica,* etc.

3) D'autres parties tout à fait ombragées, humides, avec une terre végétale noire, nous offrent *Anemone nemorosa, Primula elatior, Adoxa Moschatellina, Mercurialis perennis, Paris quadrifolia, Endymion nutans, Narcissus pseudo-Narcissus, Neottia Nidus-avis,* etc. On peut y trouver aussi *Circæa lutetiana.* D'après ce qui a été exposé plus haut les bois siliceux des types 1 et 2 doivent se trouver surtout dans la partie sud du secteur, et ceux du type 3 dans la partie nord : c'est en effet ce que montre l'observation. Cependant les marnes du Mont Saint-Martin déterminent, par leur présence sous les sables, des bois du type 3 dans la forêt de Dôle : c'est le cas pour le lieu-dit Bois-du-Roi-de-Rome.

En passant à des endroits plus humides encore, on tomberait tout de suite dans le faciès péri-hygrophile, ou dans celui des tourbières. Mais il nous faut revenir un peu en arrière pour reprendre une autre association dont l'étude nous conduira au même résultat. Dans la forêt de Dôle, comme au Parc de Fère (versant est du Mont-Pigeon) le bois siliceux type 1 passe à la bruyère à *Calluna.*

BRUYÈRE A CALLUNA

Potentilla Tormentilla.
Ulex europæus.
Veronica spicata (par places).

Mais la plante la plus répandue dans le faciès est *Calluna vulgaris,* qui couvre presque tout, tandis que dans les intervalles le sable se tapisse d'un feutrage de *Cladonia.*

Des fossés, des mares, rompent çà et là la monotonie de la lande, et on a sur les bords *Polysticum spinulosum, Hydrocotyle vulgaris,* des *Carex,* etc. C'est, à peu de chose près, ce que nous allons trouver dans les tourbières.

TOURBIÈRES

Aconitum Napellus.
Galium uliginosum.
Gentiana Pneumonanthe.
Pedicularis palustris.
Betula alba.
Orchis latifolia.
Carices.

Au pied des souches se plaît *Polysticum spinulosum.*

C'est la tourbière des environs de Fère-en-Tardenois, de la vallée du Murton. La station d'*Aconitum Napellus* peut être rapprochée de celle de Silly-la-Poterie, signalée dans les flores parisiennes. Il n'est pas impossible qu'il y ait un rapport entre les deux : celle de Silly commence en réalité à Troesnes, sur les bords de l'Ourcq. Or la station de Fère-en-Tardenois s'étend sur les bords du Rù de la Pelle, un des ruisseaux de tête de l'Ourcq.

Erica tetralix forme une petite station au milieu des *Calluna*, non loin de la grande station d'*A. Napellus*. C'est le seul point où je l'aie trouvée. — Brisson (1) l'a vue à Beaurieux, au nord de la rivière d'Aisne, et Lhomme (2) à Mons-en-Laonnais ; il est probable qu'on la retrouvera çà et là par petites stations éparses. Comme on voit, elle est loin de jouer dans la végétation le même rôle que sur le plateau meulier plus près de Paris.

Aux tourbières je rattacherai les mares qu'on rencontre çà et là au niveau des sables nummulitiques, dans les parties argileuses ; citons celle du disque du chemin de fer, entre Mont-Notre-Dame et Bazoches, où l'on trouve *Parnassia palustris, Pyrola rotundifolia, Equisetum hiemale.*

Les Hygrophiles.

Nous arrivons ainsi aux plantes hygrophiles.

Les parties basses des bois, nous l'avons vu, sont très humides, et on passe ainsi aux boqueteaux du fond des vallées, dont le sol est imprégné d'eau. C'est la flore péri-hygrophile. Elle affecte deux aspects assez différents dans la vallée du Murton et dans celle de la Vesle. Dans la vallée du Murton on a des affinités très étroites avec les tourbières ; ce sont de larges marais, au sol spongieux, où croissent les bouleaux, les aulnes, les chênes. La végétation herbacée est surtout formée de graminées, parmi lesquelles le *Carex stricta* dresse ses touffes de place en place. Aux endroits les plus humides *Equisetum maximum* pousse en véritables fourrés. — Là aussi *Polysticum spinulosum* affectionne le pied des souches ; dans les herbes enfin rampe *Gentiana Pneumonanthe.*

---

(1) Brisson, loc. cit.

(2) Lhomme, Excursion à Mans-en-Laonnais, Chaillevois et Urcel. Reims. 1909.

Tout autre est l'aspect près des bords de la Vesle : c'est la continuation dans les fonds des parties basses des bois des pentes. C'est le faciès péri-hygrophile.

Péri-hygrophiles

Ranunculus acris.
— *repens.*
Rubus cæsius.
Spiræa Ulmaria.
Angelica silvestris.
Galium palustre.
— *aparine.*
— *Cruciata.*
Valeriana officinalis.
Lysimachia Nummularia.
Vinca minor.
Convolvulus sepium.
Symphitum officinale.
Solanum Dulcamara.
Lamium album.
Glechoma hederacea.
Humulus Lupulus.
Poa pratensis.
Dactylis glomerata, etc.

Comme arbres, on trouve *Fraxinus excelsior*, *Cornus sanguinea*, *Populus nigra* (planté) etc. *Arum maculatum* descend souvent dans ces fonds, mais on ne le trouve pas partout.

Prairies humides

Elles se trouvent sur les alluvions, comme les bois des fonds, et sont comme eux plus ou moins inondées chaque hiver. Elles sont cantonnées dans la vallée de la Vesle, et dans la partie inférieure de celles de l'Ardre et du Murton.

Ranunculus Flammula (endroits souvent immergés).
Trifolium elegans.
Potentilla Anserina.
Silaüs pratensis.
Bidens tripartita.
Veronica Anagallis.

Sans compter des espèces plus banales, comme *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, etc.

Les eaux hivernales séjournent jusqu'en été dans les dépressions ; sur le bord des mares ainsi formées on remarque l'association *Thalictrum flavum*, *Achillea Ptarmica* et *Lysimachia vulgaris*.

En amont de Fismes, on retrouverait, vers Jonchery, un aspect plus voisin des marais tourbeux, avec des mares à *Myosotis palustris*, *Schœnus nigricans*, et des pelouses sèches à *Epipactis latifolia* : la vallée de la Vesle, traversant des terrains très variés, est nécessairement polymorphe.

Dans les alluvions du diluvium on a ouvert des grévières où poussent les *Salix alba, cinerea, triandra,* avec *Malachium aquaticum, Oenanthe fistulosa, Typha latifolia, Phragmites communis, Equisetum palustre, E. limosum,* etc. Dans la vallée de l'Aisne, on a l'immense grévière de Vailly, qui présente surtout des espèces nomades, de talus et de voies ferrées.

RIVIÈRES

L'abondance de la végétation est très grande dans l'Aisne et la Vesle (1). Dans les petits cours d'eau, elle est moindre, à cause de la rapidité du courant.

Dans la flore d'une rivière on peut distinguer 3 séries de plantes :

1) Les plantes des berges.

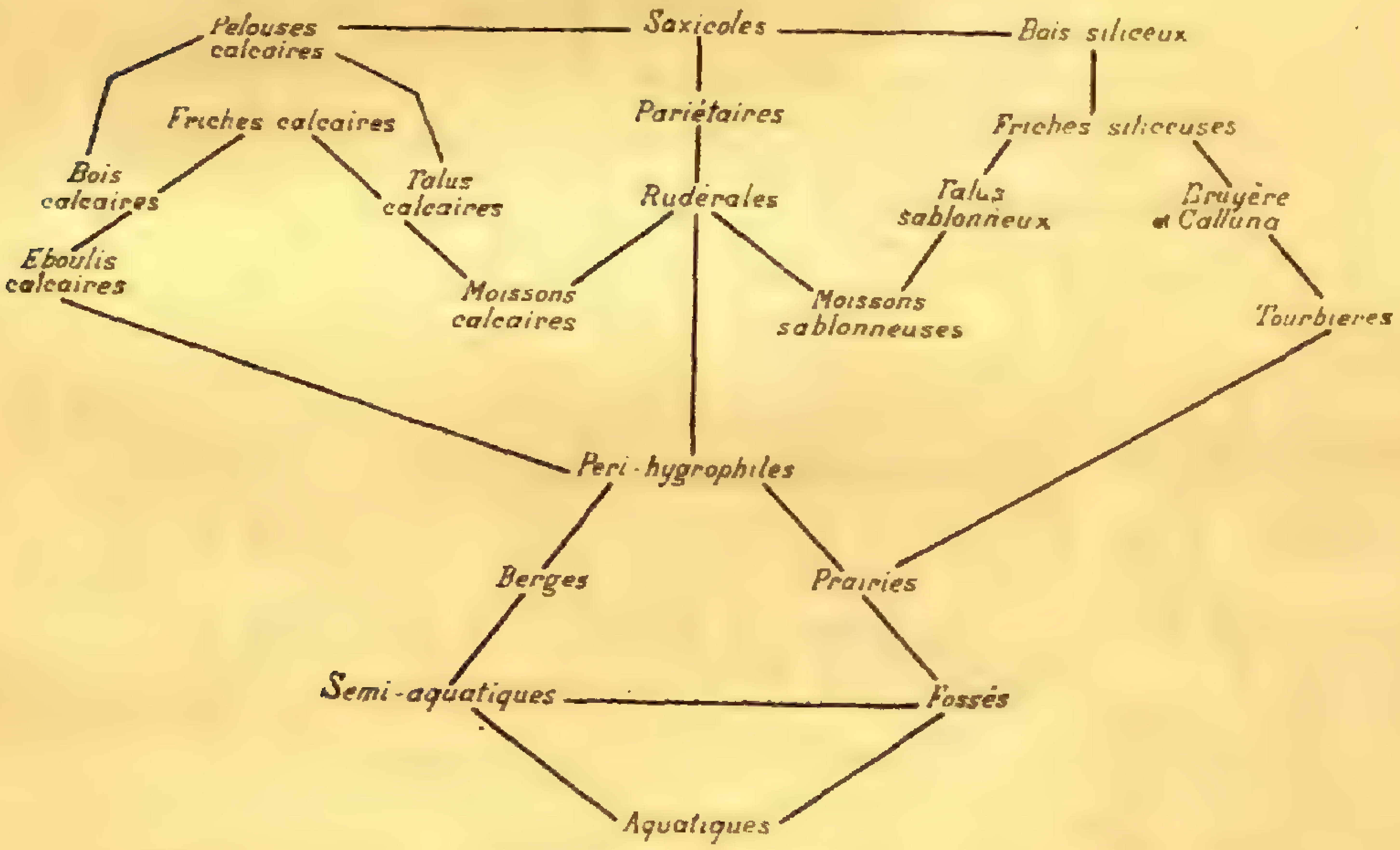

Pelouses calcaires
Saxicoles
Bois siliceux
Friches calcaires
Pariétaires
Friches siliceuses
Bois calcaires
Talus calcaires
Rudérales
Talus sablonneux
Bruyère et Calluna
Eboulis calcaires
Moissons calcaires
Moissons sablonneuses
Tourbières
Peri-hygrophiles
Berges
Prairies
Semi-aquatiques
Fossés
Aquatiques

Tableau schématique montrant les rapports entre les divers faciès.
(au lieu de *Bruyère et Calluna*, lire *Bruyère à Calluna*).

2) Les plantes à racine immergée et à tige aérienne (plus ou moins entièrement).

3) Les plantes submergées ou flottantes.

Les plantes des berges sont souvent les mêmes que celles des prés humides, ou de la zone péri-hygrophile. Distinguons cependant : *Scrofularia nodosa, Polygonum Hydropiper, Populus alba, Salices, Scirpus silvaticus, S. maritimus,* etc.

---

(1) Nous n'insistons pas sur la flore de la Vesle : Génau de Lamarlière en a fait une étude complète. *(Bulletin de la Soc. d'Et. des Sc. nat. de Reims.* 1899).

Dans la seconde série j'ai trouvé surtout *Nasturtium officinale, Roripa amphibia, Epilobium hirsutum, Veronica Beccabunga, Rumex Hydrolapathum,* etc. Rattachons-y les espèces qui vivent dans les fossés près de la rivière : *Iris pseudacorus, Carex paludosa,* etc.

Enfin parmi les plantes complètement aquatiques, on a surtout des Renonculacées, comme *Ranunculus divaricatus,* et des Alismacées, comme *Sagittaria sagittifolia.*

On peut représenter par un schéma les rapports réciproques de tous les faciès que nous avons énumérés (v. p. 292).

IV

DYNAMIQUE

1. — Origines de la flore.

Au point de vue dynamique on a l'habitude de ranger les plantes en deux catégories : les sédentaires et les nomades. Les premières, spécialement adaptées à un milieu déterminé, les autres s'accommodant facilement de toutes les circonstances ambiantes. Les sédentaires sont en général vivaces, les nomades, au contraire, sont annuelles, et ne peuvent être détruites aussi aisément par la culture. En effet, qu'on vienne à défricher une des pelouses calcaires dont il a été parlé : c'est l'anéantissement immédiat pour la station d'Orchidées qui y florissait ; mais qu'on remplace un champ de céréales par une plantation de pins, les Nigelles, les Bleuets, les Spéculaires, auront assez de graines dispersées alentour pour continuer à prospérer sur le terroir. — Les nomades ont donc une grande supériorité, et dans la concurrence vitale, elles devront l'emporter sur les sédentaires. Cette aptitude à s'adapter aux circonstances leur permet d'utiliser tous les facteurs de la dissémination. Ces facteurs sont nombreux ; les uns sont directs ou mécaniques, comme le vent, les cours d'eau, les animaux, les voies ferrées et les routes ; les autres sont indirects, c'est-à-dire qu'ils n'agissent qu'après coup, pour renforcer ou annihiler l'effet des premiers. De cet ordre sont le sol, le plus important de tous, la température, l'humidité, etc. Le transport éolien agit surtout sur les plantes à graine légère ; particulièrement favorisées sous ce rapport sont les ormes, avec leurs samares, les composés à aigrette ; il y a longtemps qu'on l'a remarqué. Parfois le vent, venant frapper sur un obstacle, ligne de rochers, crête élevée, accumule au pied de l'obstacle une grande quantité de graines, qui donneront naissance à une importante station. Nous avons des exemples de ces stations placées en arrière d'une crête qui a arrêté les graines. La plaine d'alluvions du Murton et de la Vesle est bornée au nord par un plateau allongé de l'est à l'ouest ; sur le versant méridional, près de Courcelles, existe une belle station de *Spartium junceum* : très probablement les vents du sud-ouest, qui dans les orages d'été prennent d'enfilade la vallée du Murton, auront amené des graines qui, après avoir traversé la plaine, se seront trouvées retenues par la crête qu'elles n'auront pu franchir.

Dans notre secteur les grands cours d'eau vont de l'est à l'ouest : ils favorisent ainsi la propagation des espèces du pays de la craie, et aussi de celles des Ardennes. J'en donnerai quelques exemples. *Ranunculus divaricatus* est donné par Brisson comme assez rare dans la Marne ; il n'en signale que quatre stations, dont une dans le vieux lit de la Vesle à Livry, près du camp de Châlons, une autre dans un marais près de Reims : le seul point où je l'aie trouvé jusqu'ici est un fossé dépendant de la Vesle, près de Braine. — Les *Thalictrum,* très abondants dans les grands marais de la Vesle entre Muizon et Jonchery se retrouvent au lieu dit les Prés-de Vesle, près du Mont Notre-Dame. — Il ne s'agit là, il est vrai, que de plantes hygrophiles. Mais en 1910, après la crue de la Vesle, *Genista tinctoria* a été trouvé dans un pré humide près de la rivière, sur le limon : il n'y a pas de doute qu'il s'agissait de graines amenées de la haute vallée de la Vesle, dans le pays calcaire.

L'Aisne et son canal introduisent des plantes ardennaises. *Tanacetum vulgare,* l'herbe aux vers si commune dans le Rethélois jurassique, ne se trouve dans notre secteur que sur les bords du canal. J'en ai seulement vu un pied isolé entre Fismes et Chéry. En avançant vers l'est, on retrouve cette composée au nord de la Vesle, près de Prouilly. Ces deux faits confirment l'hypothèse d'une propagation nord-est sud-ouest.

Acorus Calamus n'est pas indiqué par Brisson dans les plantes de la Marne. Callay le signale dans les canaux et rivières des Ardennes, notamment dans la Meuse, dans le canal qui la joint à l'Aisne (canal des Ardennes), dans l'Aisne à Attigny : de là cette aroïdée a descendu l'Aisne jusqu'à Vailly, où je l'ai trouvée.

A ce mode de propagation doit être rattachée aussi l'invasion progressive de *Geranium pyrenaicum* (1). Signalé depuis longtemps par Brisson à Reims, ce géranium est abondant au camp de Châlons et à l'ouest de Reims, autour de Gueux. Nous le retrouvons le long du canal de l'Aisne, à Concevreux, et à Villers-en-Prayère, où il pénètre dans notre secteur par l'angle nord-est. Au sud, dans le secteur cette fois, il existe depuis plusieurs années à Chéry-Chartreuve, et quelques graines ont même été portées une fois jusqu'au Mont-Notre-Dame. *Chærophyllum silvestre*, très abondant dans les Ardennes et la région rémoise, n'existe dans notre secteur que sur les bords du canal de l'Aisne, et à Fismes, près de l'Ardre et de la Vesle : il présente donc plus nettement encore deux antennes de propagation. Dans le reste du secteur, il est remplacé par *Ch. temulum*.

Parmi les animaux, les oiseaux surtout concourent à la dissémination ; ce sont les plantes à baie ou à drupe qui en bénéficient le plus, et les merisiers si répandus dans nos bois en sont la preuve. *Phytolacca decandra*, cultivée dans un jardin à Loupeigne, est apparue fortuitement au Mont Notre-Dame il y a quelques années : une baie aura été ainsi amenée de six kilomètres par un oiseau. (2).

Quant aux chemins de fer, nous leur devons très probablement *Melilotus alba* et *Œnothera biennis*.

Il faut remarquer combien l'influence du sol vient corriger l'action de tous ces facteurs mécaniques : ainsi, malgré le mouvement considérable des chemins de fer et la distance si faible entre la région rémoise et la nôtre, jamais je n'ai constaté l'établissement d'*Isatis tinctoria*, ni de *Reseda Phyteuma* (3), et cependant bien d'autres plantes sont transportées tout le long de nos voies : mais celles-là sont apparemment trop calcicoles. — Les facteurs indirects réagissent à leur tour les uns sur les autres. Ainsi les *Sarothamnus* qui poussent sur nos talus sablonneux ont certainement des graines portées dans les bois voisins, également sablonneux, et malgré cela elles ne germent pas, ou meurent vite, faute de lumière. De même, quand on fait une coupe dans les bois, *Anemone nemorosa*, *Endymion nutans*, etc. dépérissent, parce que les conditions d'éclairement sont modifiées. Il importe à ce propos de remarquer les variations de faciès qui se produisent, non plus dans l'espace, mais dans le temps. L'abbé Boulay (Études batologiques. Bruxelles 1897) a montré, au sujet des *Rubus*, le cycle des végétations successives auxquelles donnent lieu les coupes opérées dans les bois. Mais ces coupes étant toujours partielles, un faciès donné se retrouvera en une autre portion du bois, suivant l'ancienneté de l'exploitation.

---

(1) Son introduction serait relativement ancienne (G. de Lamarlière). Elle serait antérieure à 1828.

(2) Rappelons que les quadrupèdes peuvent transporter les fruits accrochants, comme ceux de *Galium aparine, Lappa communis, etc.*

(3) Je n'applique, bien entendu, cette constatation qu'aux tronçons de voies strictement compris dans le secteur.

⁂

Tout cet exposé nous a fait voir, malgré certaines restrictions, l'invasion de la région par des plantes nomades, dont beaucoup sont étrangères. Parmi celles-ci les unes occupent la place depuis longtemps, les autres ne font que d'arriver. En tout cas les flores autochtones sont en recul partout.

Si on laisse de côté les hygrophiles, qui sont forcément un peu uniformisées, les flores autochtones se réduisent à deux, la calcicole et la calcifuge, dont les faciès les plus caractérisés sont, d'une part la pelouse calcaire, et de l'autre la bruyère à *Calluna*. Pousser plus loin l'analyse rétrospective serait quitter le terrain solide des faits. Tout ce qu'on peut dire, c'est que ces deux flores couvraient autrefois, avec les modifications dues aux conditions locales, beaucoup plus d'espace qu'aujourd'hui. La culture les a cantonnées toutes deux. Les pelouses calcaires sont réduites à des couronnes étroites au bord des collines, sauf au sommet de quelques hauteurs où la difficulté de cultiver en a laissé jusqu'ici une certaine étendue, comme à Saint-Thibaut, à la Crête de Chéry, etc. Des sables il ne reste à présent que des buttes plus ou moins rattachées entre elles ; le vent, les eaux sauvages, le déboisement, ont fait disparaître les parties plus basses, où le sable s'est dilué dans les autres éléments ; la teinte plus claire du sol trahit les emplacements de ces buttes récemment nivelées. On en trouve un certain nombre qui persistent au milieu des champs : par exemple celle que coupe la ligne du chemin de fer, un peu après Fère-en-Tardenois, en allant sur Paris. Elles sont généralement couvertes de *Sarothamnus*.

L'ancienneté d'une flore calcifuge autochtone est encore démontrée par la présence de la terre de bruyère dans la forêt de Dôle et le Parc de Fère. Certains indices donneraient même à penser qu'en dehors de ce qui lui a été enlevé par la culture, cette flore s'étendait jadis sur des parties non encore cultivées aujourd'hui, mais ayant une végétation moins spécialisée, comme au Parc du Mont-Notre-Dame, par exemple.

Enfin dans l'intérieur même des bois les plantations de pins ne sont pas sans avoir amené des changements ; on leur doit en tout cas l'introduction des *Monotropa,* surtout sur le calcaire, et, sur le sable de la forêt de Dôle, de *Goodyera repens.*

Maintenant que nous sommes arrivés au terme de cette étude phytogéographique, il faut conclure. Par quoi se définit la flore que nous venons de passer en revue ? C'est surtout par des caractères de transition, et l'on devait s'y attendre. Elle est avant tout, une flore parisienne, mais avec des affinités pour l'est et le nord. Ces affinités sont certaines, et tiennent autant à des absences qu'à des présences. *Saxifragra granulata*, si commun dans les environs de Paris, n'existe que dans une prairie derrière Braine : c'est donc pour nous une rareté, comme pour les Ardennes. D'autre part, *Paris quadrifolia*, indiquée comme assez rare dans les flores parisiennes, est très commune ici, où elle forme avec *Primula elatior* des associations connues sous le nom de colonies septentrionales. *Asperula odorata* est rare il est vrai, mais ce fait est apparemment lié au petit nombre de nos hêtres.

Quant aux affinités plus proches, j'ai signalé les rapports probables entre le marais-tourbière de Fère et ceux de Silly-la-Poterie. La forêt de Villers-Cotterêts nous envoie très peu de sa riche flore, sauf peut-être *Epilobium collinum ;* la faute en est aux larges plateaux cultivés qui nous en séparent. Pour la Champagne crayeuse, j'ai montré ses apports à plusieurs reprises, et j'ai insisté sur leur fréquence.

Dans toutes mes recherches je n'ai jamais rencontré *Erica* *cinerea, Digitalis purpurea, Osmunda regalis, Blechnum Spicant*, pour n'en citer que de très visibles. Si ces plantes m'ont échappé, elles sont alors extrêmement rares. On peut penser, jusqu'à plus ample informé, qu'elles font défaut à notre région, et attribuer ce fait à la grande proportion des terres cultivées.

En somme, pour définir en deux mots la flore de notre région, nous dirons que c'est avant tout une flore parisienne appauvrie.

V

Espèces peu répandues dans la région parisienne et observées sur notre territoire.

Cette liste comprend les espèces indiquées comme très rares, rares et assez rares dans les flores parisiennes.

Adonis autumnalis.	Mont Notre-Dame, lieu dit la Montagne.
Aconitum Napellus.	Marais tourbeux au Parc de Fère.
Fumaria densiflora.	Le long d'un mur près de Paars.
Corydalis solida.	Chemin du cimetière, à Courcelles.
Erysimum cheiriflorum.	Loupeigne, sortie du village.
Cardamine amara.	Prairies du Murton, à Mt Notre-Dame.
Saponaria Vaccaria.	Moissons à Cohan, Saint-Gilles, Arcis-le-Ponsard, etc.
Dianthus deltoides.	Bois sablonneux pres Chéry-Chartreuve, Parc de Fère.
Linum alpinum.	Pelouses calcaires à Lhuys, Crugny, au vallon de Chéry, etc.
Althæa hirsuta.	Champ-Tortu, Ferme du Mont-Banni.
Cytisus supinus.	Pelouses calcaires à Lhuys, vallon de Chéry, etc.
Trifolium elegans.	Prés de Vesle, pâture au Mont-Banni.
Ononis Natrix.	Pentes calcaires à Lhuys, Bruys.
Melilotus alba.	Voie ferrée à Mont Notre-Dame.
Lathyrus tuberosus.	Friches calcaires, ça et là.
Vicia lutea.	Mont Notre-Dame, chemins et bois de la Haute-Bruyère.
— *purpurascens.*	Talus de la route entre Mont Notre-Dame et Limé.
— *hybrida.*	Mont Notre-Dame, talus près du Calvaire.
Fragaria collina.	Forêt du Mont Notre Dame.
— *elatior.*	— —
Rosa tomentosa.	— —
Mespilus germanica.	— à la Fontaine Rouge.
Sorbus aucuparia.	— —

Epilobium collinum.	Assez commun dans les bois.
Carum Bulbocastanum.	Pentes calcaires au vallon de Chéry, Mont de Fourches.
Cornus mas.	Parc du Mont Notre-Dame.
Asperula odorata.	Forêt de Dôle, près la maison forestière de Bel-Air.
Dipsacus pilosus.	Bords du Murton, près Mont Notre-Dame.
Lactuca perennis.	Friches calcaires çà et là.
Phyteuma spicatum.	Forêt du Mont Notre-Dame.
— *orbiculare.*	Commun dans les pelouses calcaires à Lhuys, au Mont de Fourches, à la garenne d'Ormont, près Fisnes.
Campanula Cervicaria.	Forêt du Mont Notre-Dame.
Erica tetralix.	Sur la terre de bruyère au Parc de Fère.
Monotropa Hypopithys.	Commun dans les garennes de Pins.
Pyrola rotundifolia.	Endroit humide près du disque du Mont Notre-Dame.
Gentiana germanica.	Pelouses calcaires à Lhuys, Mareuil-en-Dôle.
Anchusa italica.	Champ à Mareuil-en-Dôle (récoltée une seule fois).
Pedicularis palustris.	Marais tourbeux à Loupeigne.
Veronica verna.	Coteaux secs à Lhuys, Limé, Quincy, (lieu-dit la Chaise-Bézard).
— *prœcox.*	Bois siliceux près d'Hartennes.
Odontites lutea.	Pentes herbeuses à Lhuys.
Stachys germanica.	Talus calcaire à Villers-Agron.
Teucrium montanum.	Pelouse calcaire à Lhuys.
Daphne Laureola.	Parc du Mont Notre-Dame.
Iris fœtidissima.	Forêt du Mont Notre-Dame ; boqueteau calcaire à Villesavoye.
Allium ursinum.	Prairie derrière Braine.
Maianthemum bifolium.	Forêt de Dôle, sur le sable.
Paris quadrifolia.	Commun dans les bois humides.
Orchis militaris.	Assez commun sur les pelouses calcaires.
— *simia.*	Coteau calcaire derrière le château de Limé ; talus près de Branges.
Ophrys arachnites.	Commun dans les pentes calcaires.
— *aranifera.*	Observé une fois à Lhuys.
— *apifera.*	Parc du Mont Notre-Dame ; Saint-Gilles.
Goodyera repens.	Plantation de pins, à la forêt du Mont Notre-Dame.
Cephalanthera grandiflora	Mont de Fourches ; lieu dit le Caveau, près Mont Notre-Dame.
Acorus Calamus.	Canal de l'Aisne, à Vailly.
Scolopendrium officinale.	Belle station au bois de Perle, près le Mont Notre-Dame.
Equisetum hiemale.	Mont Notre-Dame, endroit humide près du disque ; et belle station derrière Braine, en dessous des bois de la Folie.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 7

Carte des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région Rémoise.

——————— Limites du secteur.

Echelle au 1/100.000.

PLANCHE 8

Fig. 1. — Ravin dans la lande du Mont-Banni (forêt du Mont Notre-Dame). Bruyère à *Calluna,* avec *Betulas alba* et *Juniperus communis*.

Fig. 2. — Tourbière du Parc de Fère en Tardenois : station d'*Aconitum Napellus* (vue partielle).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

GRAFE, DR. VIKTOR. — **Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen.** (Traité pratique de physiologie de la nutrition chez les plantes supérieures). (Berlin, chez Paul Parey 1914, un volume de 490 pages avec 186 figures dans le texte).

Cet ouvrage de Viktor Grafe, Professeur à l'Université de Vienne, répond à un besoin. A l'époque actuelle, les physiologistes emploient de plus en plus les méthodes chimiques ou physico-chimiques. La technique physiologique devient ainsi de plus en plus variée. Il est très utile pour les expérimentateurs de trouver en un volume des indications précises sur des méthodes qu'il serait long de rechercher, soit dans les Mémoires originaux, soit dans des traités spéciaux de chimie générale, de chimie physique ou de chimie agricole.

Les figures sont très claires, il y a de nombreux tableaux numériques contenant de précieuses indications. L'ouvrage est très au courant de la marche de la science et les méthodes employées dans les recherches les plus récentes sont exposées en détail. Le volume comprend vingt-sept chapitres; voici les titres des principaux: Germinations; Analyse des cendres; Assimilation de l'acide carbonique; Huiles, graisses et cires; Assimilation de l'azote; Enzymes; Tannins; Glucosides; Alcaloïdes; Analyse totale; Mesure de la tension superficielle, de la perméabilité et de la pression osmotique par plasmolyse; Forçage; Mesure de la croissance; Réaction des sucs végétaux vis-à-vis des indicateurs; Manière de préparer les solutions normales.

Cette sèche énumération suffit pour donner une idée de l'importance des questions étudiées. Ce livre est destiné surtout aux personnes qui travaillent dans les laboratoires; il rendra aussi de grands services aux étudiants et aux agronomes.

Jean FRIEDEL.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. **Philippe Van Tieghem**, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences pour les Sciences Physiques, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, est décédé le 28 avril 1914, à Paris, dans sa 76e année. La *Revue générale de Botanique* publiera une notice étendue sur l'œuvre de l'illustre botaniste.

⁂

Il vient d'être fondé à Paris une *Société de Chimie biologique.*

⁂

M. J. **Huber**, Directeur du Muséum Goeldi, à Para (Brésil), est mort le 18 Février dernier à l'âge de 47 ans.

⁂

Le prix international de microbiologie, fondé par le Professeur **Hansen**, Directeur du Laboratoire de Carlsberg (Danemark), a été décerné cette année au Professeur **Jules Bordet**, de l'Université de Bruxelles. Ce prix consiste en une médaille d'or et une somme de 2.000 couronnes.

⁂

Le Professeur W. **Whitman Bailey**, de la Brown University (Providence, Ile de Rhode), est mort le 20 Février, à l'âge de 71 ans.

⁂

La première réunion de la nouvelle *Société de Pathologie végétale* a eu lieu au mois de mai 1914, à son siège provisoire, au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

⁂

On annonce la mort, à l'âge de 70 ans, du Professeur P. **Magnus**, Professeur de Botanique à l'Université de Berlin.

⁂

Le Professeur **Kienitz-Gerloff**, Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Weilburg est mort le 2 avril à l'âge de 64 ans.

⁂

On annonce la mort, à l'âge de 62 ans, de M. **Emile Marchand**, Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi. M. **Marchand** était connu par ses travaux de Physique et de Météorologie ; rappelons qu'il a aussi dirigé les études de Botanique des Hautes-Altitudes, institué un Jardin Botanique au Pic du Midi, et qu'il s'est occupé des questions relatives au reboisement de la chaîne pyrénéenne.

⁂

Le 1er janvier 1914, l'Académie Impériale des Sciences à Vienne a pris possession de l'Institut de Recherches biologiques, II., Prater, Vivarium, Vienne (Autriche).

L'Institut est destiné en général aux recherches expérimentales, à l'étude de la physiologie du développement et de la physiologie comparée, ainsi qu'aux travaux relatifs à la biophysique et à la biochimie.

Cet Institut est ouvert seulement aux recherches scientifiques et non à l'enseignement.

L'Académie a constitué une Commission supérieure de direction, composée de MM. J. de Wiesner, président; S. Exner, vice-président; Becke, Hatschek, H. H. Meyer, Molisch, Wegscheider.

La direction de l'Institut reste entre les mains de MM. Hans Przibram et Leopold de Portheim. M. Paul Kammerer a été nommé adjoint par l'État.

Toutes les demandes de places pour entreprendre des travaux doivent être adressées aux Directeurs de l'Institut ou aux Directeurs des sections. Le prix par place de travail, par an, revient à 1.000 K. (environ 1.200 frs), 100 K. (environ 120 frs) par mois pour travailler pendant toute la journée; ce prix est de 50 K. (environ 600 frs) par an et 50 K. (environ 60 frs) par mois pour la demi-journée (il n'est pas nécessaire de débarrasser les tables de travail pour les autres heures de la journée).

Un nombre limité de places libres peut être accordé aux pétitionnaires par les Directeurs de l'Institut et les Directeurs des sections. Quatre places sont réservées par le Ministère de l'Instruction publique d'Autriche; d'une façon générale, une place dans chaque section.

L'Institut comprend actuellement les sections suivantes :

Botanique (Directeurs : MM. W. Figdor [on est en train de créer une section de Physiologie végétale avec M. W. Figdor comme directeur] et L. de Portheim).

Chimie physique (Directeur : M. W. Pauli, jusqu'au 31 décembre 1914).

Physiologie (Directeur : M. E. Steinach).

Zoologie (Directeur : M. H. Przibram).

⁂

Mlle Trouard Riolle a soutenu avec succès, à la Sorbonne, une thèse de Doctorat ès sciences ayant pour sujet : *Recherches sur le genre Raphanus.*

⁂

M. CHOUX, Préparateur à la Faculté de Marseille a soutenu avec succès, à la Sorbonne, une thèse de Doctorat ès sciences sur *Les Asclépiadées de Madagascar.*

⁂

Dans ces derniers temps, les Laboratoires de Botanique de la Faculté de Rennes se sont développés. Le Laboratoire de Botanique agricole a été agrandi et installé dans les bâtiments de l'ancien Séminaire où un jardin d'études et de cultures expérimentales a été créé. Dans le Laboratoire de Botanique générale, on a aménagé les nouvelles collections botaniques reçues par l'Université de Rennes : celles du Général Paris et celles du Professeur Crié.

⁂

Il est organisé à la *Station de Biologie végétale de Mauroc*, avec le concours de M. Fernand Moreau, docteur ès sciences, et de MM. Dupain et Dumée, anciens vice-présidents de la société mycologique de France, un *enseignement technique* d'une durée de 4 semaines (14 septembre au 12 octobre) destiné aux personnes qui désirent perfectionner leur connaissance des champignons supérieurs et acquérir la *pratique des méthodes de laboratoire* (Fixation, inclusion à la paraffine, coloration, etc.,) indispensables pour entreprendre des travaux scientifiques de Mycologie.

Le nombre des places étant limité, les personnes qui désirent suivre cet enseignement sont priées de *s'inscrire d'avance auprès de M. Maige, Professeur à la Faculté des sciences de Poitiers*, qui fournira tous renseignements utiles.

⁂

M. EMILE CHAMPAGNE a présenté à la Faculté des Sciences de Paris, en vue de l'obtention du Diplôme d'études supérieures (Botanique), un Mémoire sur la *Géographie botanique des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région rémoise.*

⁂

Le gouvernement du Paraguay vient de créer à Ipecazaï une École Supérieure d'Agriculture et de Botanique appliquée.

⁂

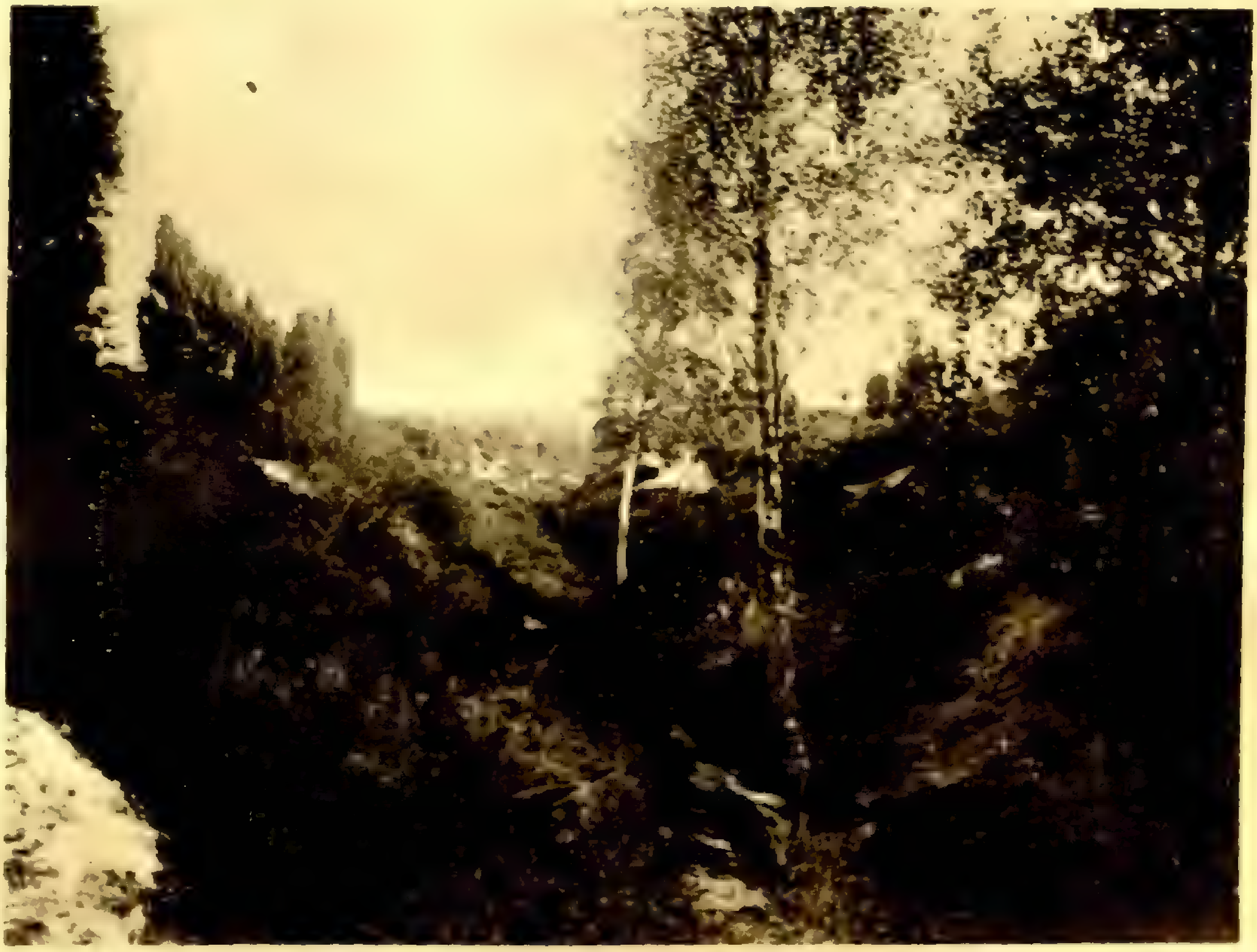
Viennent d'être reçus Agrégés de Pharmacie pour les Sciences naturelles : MM. Goris (Paris) ; Launoy (Paris) ; Sartory (Paris) ; Lavialle (Montpellier) ; Juillet (Montpellier).

Nemours. — Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.

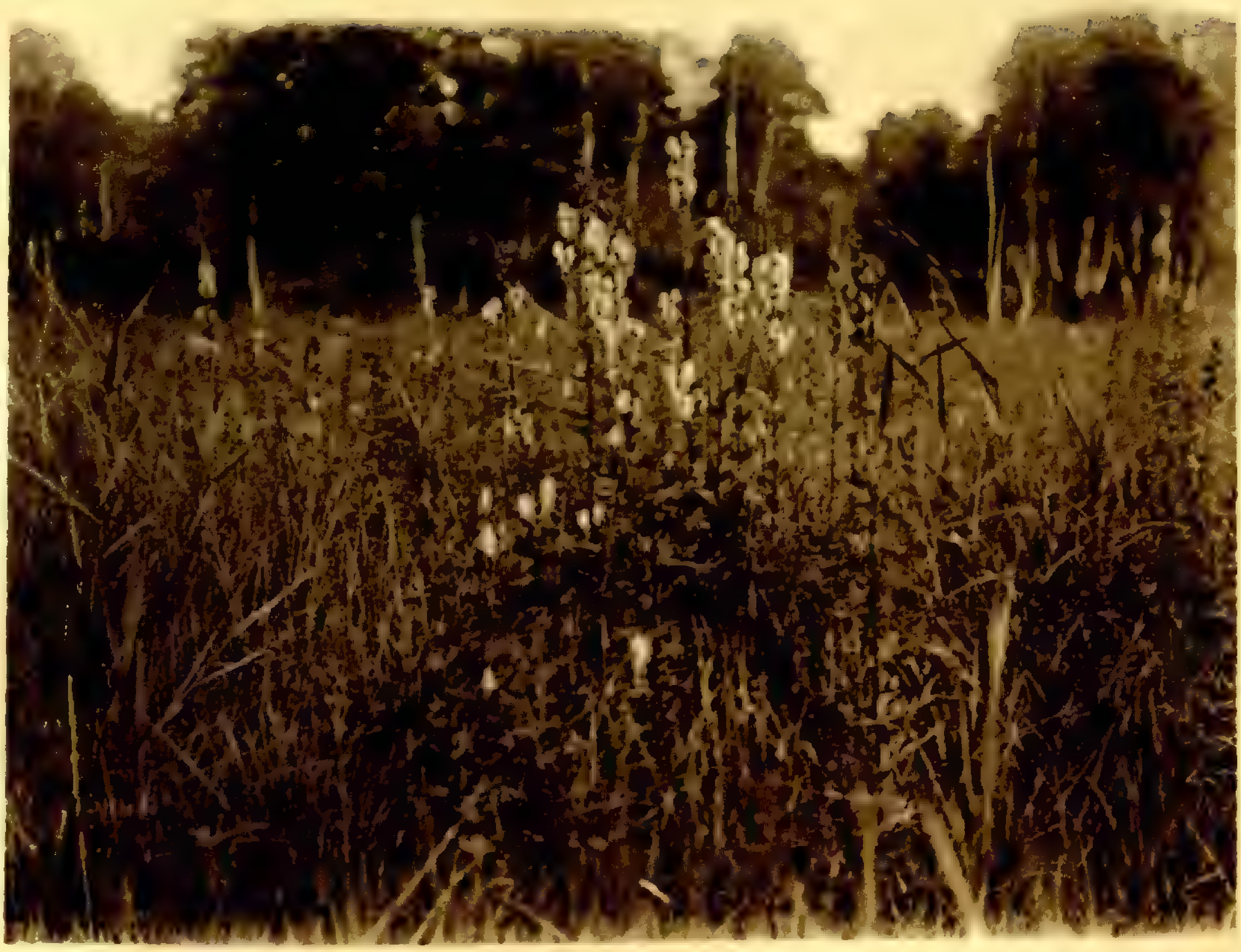
Aisne
Canal latéral à l'Aisne
Presles-et-Boves
160
Cys-la-Commune
53
Pont Arcy
Bourg
Aisne riv.
St Mard
Vieil-Arcy
Villers-en-Prayères
170
Brenelle
Dhuizel
Longueval
174
Vauxtin
49
BRAINE
Courcelles
Vauxcère
La Vesle riv.
71
Paars
Perles
Limé
Fismes
Bazoches
62
St Thibaut
Martin riv.
Mont-Notre-Dame
77
Villesavoye
Tannières
Mt St Martin
St Gilles
Lhuys
Bois de Dôle
Bruys
Chéry-Chartreuve
les Bouleaux
Loupeigne
Dôle
Mareuil en Dôle
Orillon riv.
Forêt de Nesle
130
206
Dravegny
Parc de Fère
Seringes
141

A. Rohée, del. Bertin et Cie sc.

Carte des confins du Soissonnais, du Tardenois et de la région Rémoise.



1



2

CHAMPAGNE, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Bruyère à Calluna et Tourbière avec station d'Aconitum Napellus

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Août 1914

N° 308

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1914

LIVRAISON DU 15 AOUT 1914

I. — L'HYBRIDATION ASEXUELLE OU VARIATION SPÉCIFIQUE CHEZ LES PLANTES GREFFÉES (avec vingt-quatre figures dans le texte et trois planches, dont deux en couleurs), par **M. Lucien Daniel** 305

II. — CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DU GRAND BASSIN AMÉRICAIN (avec quatre planches), par **M. Paul Monnet** 342

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES. 350

P. C. VAN DER WOLK. — Researches concerning geocarpy.

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 351

Planches contenues dans cette livraison :

Planche 9. — *Carte du Désert de Gila.*
Planche 10. — *Flore du Désert de Gila. I.*
Planche 11. — *Flore du Désert de Gila. II.*
Planche 12. — *Flore du Désert de Gila. III.*

Cette livraison renferme en outre huit figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (**V**e).

E. LEITZ WETZLAR

NOUVEAU MICROSCOPE BINOCULAIRE
à un objectif

E. LEITZ,
WETZLAR

Berlin, Francfort-s/-M., St-Pétersbourg,
Londres, New-York.

MICROSCOPES, MICROTOMES

APPAREILS MICROPHOTOGRAPHIQUES
ET DE PROJECTION

JUMELLES A PRISMES

Catalogues spéciaux gratis sur demande.

REPRÉSENTANTS POUR LA FRANCE :

MM. E. COGIT et Cie, Paris

36, Boulevard Saint-Michel

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES

AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes
PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS
TÉLÉPHONE SAXE-29-27
Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales — **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.
Projections pour l'enseignement, lanternes de projections, etc.
Enseignement technique, Collections et **Matériel.**
Pièces d'anatomie humaine comparée et **botanique** en staff et cire.
Mammifères, Oiseaux, Reptiles et **Poissons,** prix à la pièce.
Squelettes montés, prix à la pièce.
Insectes européens et **exotiques,** prix à la pièce.
Coquilles, prix à la pièce.
Animaux invertébrés en alcool, prix à la pièce.
Fossiles et Minéraux, prix à la pièce.
Cabinets et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
Livres d'histoire naturelle.
Instruments pour l'étude des sciences naturelles.
Microscopes, Microtomes.
Préparations microscopiques, instruments pour la **Micrographie.**
Meubles pour le rangement des collections.
Tableaux d'histoire naturelle, collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
Mobilier et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
Musée scolaire pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in-4°) *comprennent chacun 6 planches de* 32cm×23cm (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France ou pour l'Etranger : **3** fr. **25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr.; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

LES ÉTABLISSEMENTS
POULENC FRÈRES
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
**pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie**

MICROSCOPES

Microtomes

Catalogues franco sur demande

MAISON FONDÉE EN 1861
TÉLÉPHONE
816-83
G. FONTAINE
CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE
RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS 15 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE
E. COGIT & Cie
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de **E. LEITZ**
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la **Micrographie** et la **Bactériologie.**
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & Cie, DE LEIPZIG
Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires, Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique Cogit.*

Nemours. — Imprimerie Nemourienne, H. Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

L'HYBRIDATION ASEXUELLE
OU VARIATION SPÉCIFIQUE
CHEZ LES PLANTES GREFFÉES

Les abonnés recevront,
dans le prochain n°
la fin du volume de 1914
avec la Table de ce volume.

greffage,
me et la
même.
ose, car
ent par
otes (2)
ntes, ce
qu'elles

Dans les conditions de vie hétérotrophe que crée obligatoirement la symbiose chez les plantes, celles-ci conservent-elles leur chimisme propre et tous leurs autres caractères spécifiques d'espèce, de race ou de variété ; ou bien, au contraire, ceux-ci varient-ils plus ou moins sous l'influence des conditions biologiques spéciales qui sont la conséquence des associations variées qu'on fait subir aux biotes associés ? Peuvent-elles donner des variétés nouvelles, à la façon du croisement sexuel (hybrides de greffe) ou sous l'influence

---

(1) Morpurgo, *Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft*, 1910, pages 259-263.

(2) J'ai désigné sous le nom de biote tout être vivant en symbiose avec un ou plusieurs biotes. Le parabiote constitue l'un des associés dans les parabioses ou greffes siamoises.

LES ÉTABLISSEMENTS
POULENC FRÈRES
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

TÉLÉPHONE
810-83

ÉTUDE
D'APPAREILS D

Fournitures Généra
PRODUITS CH

PARIS 16
RUE MON

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & C^ie^
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences
Dépôt pour la France des Microscopes de **E. LEITZ**
MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la Micrographie et la Bactériologie.
DÉPOT DES PRODUITS DE GRUBLER & C^ie^, DE LEIPZIG
Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires, Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* Cogit.

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

L'HYBRIDATION ASEXUELLE OU VARIATION SPÉCIFIQUE CHEZ LES PLANTES GREFFÉES

par M. Lucien DANIEL.

Les plantes que l'on oblige, par les divers procédés de greffage, à vivre en symbiose, au lieu de conserver la vie autonome et la nutrition autotrophe, perdent leur autonomie par définition même. Il en est ainsi également pour les animaux, vivant en parabiose, car leur étroite dépendance a été démontrée expérimentalement par Morpurgo (1). Chez les animaux, la mort de l'un des parabiotes (2) entraîne la mort de son conjoint; il est vrai que, chez les plantes, ce n'est souvent pas le même cas, car elles s'affranchissent, dès qu'elles en trouvent l'occasion, pour reprendre leur vie autonome.

Dans les conditions de vie hétérotrophe que crée obligatoirement la symbiose chez les plantes, celles-ci conservent-elles leur chimisme propre et tous leurs autres caractères spécifiques d'espèce, de race ou de variété; ou bien, au contraire, ceux-ci varient-ils plus ou moins sous l'influence des conditions biologiques spéciales qui sont la conséquence des associations variées qu'on fait subir aux biotes associés? Peuvent-elles donner des variétés nouvelles, à la façon du croisement sexuel (hybrides de greffe) ou sous l'influence d'échanges de substances morphogènes (xénies de greffe ou influence réciproque du sujet et du greffon), en un mot y a-t-il ou non hybridation asexuelle au sens que j'ai donné à ce terme (1)?

---

(1) Morpurgo, *Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft*, 1910, pages 259-263.

(2) J'ai désigné sous le nom de biote tout être vivant en symbiose avec un ou plusieurs biotes. Le parabiote constitue l'un des associés dans les parabioses ou greffes siamoises.

Si la variation se produit, quelle en est l'origine et quelles sont ses limites suivant les plantes et les procédés de greffage employés?

Ce sont là des questions controversées depuis la plus haute antiquité; elles le sont encore de nos jours, bien que certaines d'entre elles aient reçu une solution positive expérimentale. Cela tient à ce que l'hybridation asexuelle a gêné de gros intérêts viticoles, la reconstitution du vignoble européen ayant été basée sur l'immutabilité prétendue des végétaux greffés. Aussi certaines études négatives concernant la variation par la greffe n'ont-elles pas toujours été faites sans passion et avec une entière bonne foi. Des faits gênants ont été négligés, d'autres niés sans chercher à les contrôler; des écrits ont été dénaturés. En outre, plusieurs auteurs ont cherché à infirmer les faits par des expériences négatives, comme si celles-ci, quel qu'en soit le nombre, pouvaient empêcher les faits positifs d'exister. Aujourd'hui que ceux-ci ne sont plus contestables, il était nécessaire de mettre la question de l'hybridation asexuelle au point et de rendre à chacun ce qui lui appartient. Aussi, avant de passer à l'examen des quelques cas nouveaux que je me propose de décrire dans ce travail, donnerai-je un historique critique de la question portant sur les faits eux-mêmes et sur les tentatives d'explication qui en ont été données.

I. HISTORIQUE

1. Les faits.

Beaucoup d'écrits des anciens agronomes chinois, arabes, grecs et latins, contiennent des descriptions de greffes plus ou moins extraordinaires dont certaines auraient produit ou doivent produire des mélanges singuliers entre les caractères particuliers des plantes associées (2). On aurait, par exemple, obtenu des roses vertes par la greffe du Rosier sur le Houx, etc.

---

(1) Lucien Daniel, L'hybridation asexuelle *(C. R. du Congrès international de l'hybridation de la Vigne*, Lyon, 1901).

(2) Lucien Daniel, *Histoire de la greffe depuis l'antiquité jusqu'à nos jours*, Le Mans, 1894-1895.

Ces affirmations diverses, soumises au contrôle de l'expérience, furent reconnues inexactes ; ou, pour être plus impartial, l'on n'arriva pas à reproduire les résultats signalés. Aussi, une réaction prononcée se fit au XVII^e et au XVIII^e siècles contre les faits merveilleux rapportés par les anciens, faits qui furent désormais considérés comme des fables, au même titre que les Chimères, Centaures et Griffons. Mais, comme dans toutes les réactions, l'on dépassa le but en admettant comme un dogme que le greffage était uniquement un procédé de fixation et non une cause de variation et que les plantes greffées conservaient intégralement, d'une façon absolue, tous leurs caractères, même les plus minimes (1).

Bien que cet axiome heurte toutes nos connaissances actuelles sur les variations amenées par les changements de milieu chez les animaux et les plantes, c'est lui sur lequel l'on a basé imprudemment la reconstitution du vignoble européen sur pieds américains (2). L'expérience a surabondamment démontré aujourd'hui l'inexactitude de cette conception (3). Depuis longtemps déjà pourtant l'on connaissait à cette époque, en horticulture, des faits démontrant que le greffage pouvait, en certains cas, amener des variations spécifiques profondes chez des végétaux greffés.

En effet, en 1644, on avait obtenu en Italie la fameuse Orange Bizarria (4), en partie orange et en partie citron, à la suite d'une greffe entre Oranger et Citronnier ; c'était le premier exemple de variation sectoriale. En outre, dans le même pays, l'on avait par greffage naturalisé l'Oranger doux (5). Ces faits étaient presque oubliés quand Knight (6), puis Thouin (7) ramenèrent l'attention sur eux en montrant que divers fruits de nos jardins acquéraient des goûts particuliers, parfois désagréables, sur des sujets déterminés. Ces résultats ont été corroborés tout récemment par les observations d'un horticulteur de Tours, M. Pinguet-Guindon (1).

---

(1) Van Tieghem a résumé d'une façon claire et précise l'opinion des milieux scientifiques sur ce point (*Traité de Botanique*, Paris, 1891, p. 970).

(2) Voir Foëx, *Manuel pratique de viticulture*, Montpellier, 1887, p. 118.

(3) Lucien Daniel, *La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole*, Bordeaux, 1906-1914. — En particulier l'influence du greffage sur la qualité du vin et celle, très spéciale, de chaque sujet employé par rapport à un même greffon, sont indéniables, etc., etc.

(4) *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, 1667 et 1675.

(5) Gallesio, *Traité des Citrus*, 1811, p. 359.

(6) Knight, *Hort. Trans*, t. V, p. 289.

(7) Thouin, *Monographie des greffes*, Paris, 1821.

Ce fut en 1825 que se produisit le plus discuté des hybrides de greffe, le fameux *Cytisus Adami* Poiteau (2). Un jardinier, du nom d'Adam, ayant greffé en écusson un *Cytisus purpureus* sur un *Cytisus Laburnum*, obtint un être singulier formé à la fois de parties pures du greffon, de parties pures du sujet et de parties offrant un mélange variable entre les caractères du sujet et ceux du greffon. Cette plante nouvelle a été propagée par greffe dans les cultures, mais l'on a jusqu'ici en vain cherché à la reproduire à la manière dont Adam l'avait obtenue, tout comme les modernes ont échoué quand ils ont voulu reproduire les résultats merveilleux signalés par les anciens.

Au Congrès d'Amsterdam, en 1865, l'on discuta l'hybridation par la greffe dont le Cytise d'Adam était un exemple, et le Docteur Rodigas signala le cas remarquable d'un écusson de *Cratægus* placé sur *Sorbus Aucuparia* qui, après avoir donné une pousse, mourut desséché, mais fournit plus tard sur le sujet, à 18 centimètres au-dessous de l'écusson, une pousse de *Cratægus* (3).

Un fait analogue fut observé, en 1869, par Bureau (4). Un greffon de *Tecoma*, à bois rougeâtres, placé sur un *Catalpa*, à bois blanchâtres, avait insinué ses faisceaux ligneux entre l'écorce et le bois du sujet sur une longueur considérable.

Ces deux observations ont un grand intérêt, car elles montrent bien, quoi qu'on en ait dit, que la séparation des bois du sujet et du greffon n'est pas toujours nettement limitée à la région du bourrelet, bien que ce soit le cas le plus fréquent, et qu'il peut y avoir des croissances par entraînement, portant plus ou moins loin du niveau de la greffe les tissus du greffon ou du sujet, comme j'en décrirai plus loin des exemples typiques (Pêchers-Amandiers et *Pirocydonia Winkleri).*

L'origine du *Cytisus Adami* fut vivement contestée, ce qui provoqua de nouvelles recherches. Carrière (5) signala (1865) les curieux changements qu'il avait obtenus dans un *Garrya elliptica* greffé sur *Aucuba*, et deux ans plus tard, Briot (1) décrivait les changements de forme produits par le sujet chez certains Conifères.

---

(1) *Société pomologique de France*, 10 Juin 1911.

(2) Sur l'origine du *Cytisus Adami*, consulter les ouvrages de Poiteau qui l'a nommé et décrit.

(3) *Comptes rendus du Congrès d'Amsterdam*, 1865.

(4) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1869.

(5) Carrière, Influence du sujet sur le greffon. (*Revue horticole*, 1865).

Darwin (2) a cité divers exemples de variations spécifiques observées à la suite du greffage. Trail (3) en 1867, Fenn et Dean, ayant greffé entre elles des Pommes de terre à tubercules bleus et à tubercules blancs, obtinrent des tubercules bleus, des tubercules blancs et des tubercules panachés sur le même pied. La nature de la chair n'était pas seule modifiée, mais encore l'épiderme, les tiges et les feuilles et ces changements étaient encore nettement visibles après trois ans de culture. De nombreux observateurs obtinrent des résultats semblables (4).

Un horticulteur anglais, ayant greffé un *Rosa devoniensis* sur un rosier Banks à fleurs blanches, obtint sur son greffon une branche donnant des roses tenant à la fois du sujet et du greffon. Cette variation, citée par Darwin, est voisine de celle qu'avait décrite le Comte Odart (5) quelques années avant l'apparition de l'ouvrage du naturaliste anglais et que je rapporte ici parce qu'elle est aujourd'hui tombée dans l'oubli, malgré la notoriété viticole de son auteur.

«Un sujet vigoureux de Rosier venu sur place était divisé en quatre membres greffés chacun d'une manière différente : l'un, en Noisette Bougainville, d'un rouge sang de bœuf ; un autre. en Noisette Madame Desprès, d'un beau rose ; le troisième en Thé Desprès, d'un rose légèrement soufré ; le quatrième en Noisette Aimé Vibert, d'un blanc pur.

«La plupart des bouquets de la rose Bougainville avaient des fleurs dont quelques pétales étaient blancs ; quelques-uns étaient d'une nuance plus claire que celle du type ; enfin un bouquet de la belle tête de ce même rosier, du même membre de ce rosier portant une centaine de roses Noisette Bougainville, avait des roses complètement pareilles à celles du membre greffé en rosier Madame Després. Les deux autres membres les plus récemment greffés n'avaient éprouvé aucune variation ».

---

(1) Briot. De la greffe et du sujet. *(Revue Horticole*, 1865).

(2) Darwin, *De la variation des animaux et des plantes à l'état domestique*, 1868.

(3) *In* Darwin, *loc. cit.*

(4) Parmi eux, on peut citer Hildebrand *(Botanische Zeitung*, 1868) ; Taylor, Fitz-Patrick, Fenn, Rintoul *(Gardeners Chronicle* 1869-1870) ; Reuter, Magnus, Neubert *(Sitz. der. Ges. nat. Freunde*, 1871-1874).

(5) Odart, *Ampélographie universelle*, 5e édition, Paris, 1862. Le Comte Odart, dans son ouvrage, insiste sur le fait « sur l'authenticité duquel il pouvait, dit-il, produire des témoignages incontestables ». Je le rapporte textuellement ici parce qu'il a été laissé dans l'ombre par tous les auteurs qui se sont occupés de l'hybridation par la greffe.

Un peu plus tard (1876) Masters (1) montra à la Société royale d'horticulture de Londres une photographie représentant une greffe d'*Helianthus tuberosus* sur *Helianthus annuus*, dans laquelle les racines du sujet donnaient des formations tuberculeuses blanches. Cette expérience fut répétée par Carrière (1878) : le greffon de Topinambour devint très gros et sur les racines du sujet se produisirent deux renflements noirâtres ayant l'aspect de racines de Dahlia quand, à côté, il y avait d'autres formes tuberculeuses rappelant le Topinambour (2).

Darwin, Regel, Lindemuth (3), puis Vöchting (4) ont fait depuis des expériences nombreuses sur les greffes de tubercules de Pomme de terre sans obtenir de bâtards de greffe.

Vöchting n'a pu de même reproduire la tuberculisation du Soleil annuel en greffant sur lui le Topinambour. Et il conclut de ces expériences négatives que les hybrides de greffe sont presque toujours des illusions. Il ne faudrait pas oublier que tous les faits négatifs du monde ne peuvent infirmer des faits positifs, quelque minime que soit le nombre de ceux-ci.

Cependant Lindemuth avait, dans certains cas, transmis la panachure par la greffe et obtenu ainsi des variétés nouvelles (5). Ayant greffé des pommes de terre à tiges violettes sur une autre variété à tiges vertes, il obtint chez le sujet des tiges rouge carmin quand celles du greffon devenaient violet plus foncé. Le fait a été contrôlé et reconnu exact par Vöchting lui-même (6).

A la même époque, j'avais entrepris, sur les conseils de

---

(1) Masters, *The Gardener's Chronicle*, 1876, p. 624.

(2) Carrière, De l'influence du greffon sur le sujet et vice-versa (*Revue horticole*, 1878, p. 80).

(3) Lindemuth, *Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung*. Berlin, 1878.

(4) Vöchting, *Ueber Transplantation am Pflanzenkörper* ; Tubingen, 1892.

(5) Voir Grignan, La transmission de la panachure par la greffe (*Revue horticole*, 1905, p. 193). On sait depuis longtemps que la panachure a été transmise ainsi dans les Jasmins, les Abutilons, etc.

(6) *Loc. cit.*

M. Gaston Bonnier, des recherches nombreuses sur la greffe. Croyant alors à la fixité absolue des caractères spécifiques d'espèce, race et variété, chez les plantes greffées, ma surprise fut grande quand je constatai les variations exceptionnellement provoquées par le greffage des Choux, des Carottes, des Haricots, des Solanées, des Composées, etc. (1), et se manifestant parfois dans leur descendance même (2). Aussi, je concluais à la possibilité d'utiliser, en certains cas, le greffage comme un procédé d'obtention de variétés nouvelles et de perfectionnement systématique des plantes (1894 et 1898) (3); j'indiquais le greffage mixte (4) comme le moyen le plus pratique pour provoquer l'influence du sujet sur le greffon et pour obtenir des hybrides de greffe (1897).

Les observations positives se multipliaient. Non seulement je constatais des transmissions de plus en plus nettes de caractères morphologiques entre les associés, mais aussi de caractères physiologiques, et des dégénérescences ainsi que des variations de réceptivité par rapport aux maladies cryptogamiques. Certaines substances, passant d'un conjoint à l'autre, semblaient agir à la façon de l'alcool sur les animaux et leur descendance (5) ou à la façon des toxines microbiennes étudiées par Charrin.

En 1895, Beck (6) observait une greffe de Groseiller ordinaire sur Groseiller doré qui donnait des fruits intermédiaires entre ceux des deux variétés greffées. Ville (7) décrivait un hybride de greffe entre Poirier et Épine blanche qui resta quinze ans sans fleurir. Finalement il donna des feuilles et des fleurs de Poirier avec des inflorescences semblables à l'Epine. Les fruits, pyriformes, avaient la couleur de ceux de l'Epine et leur saveur était intermédiaire entre celles des fruits du sujet et du greffon.

---

(1) Lucien Daniel, Un nouveau Chou fourrager *(Revue générale de Botanique,* 1895), Greffe de l'Aubergine sur la Tomate, Rennes, 1895 ; Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe *(Rev. générale de Botanique,* 1894) ; Sur la greffe des parties souterraines des plantes *(C. R. de l'Ac. des Sc.*, 1891) ; Recherches sur la greffe des Crucifères (*ibid*, 1892) ; La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis, 1898, etc.

(2) Lucien Daniel, Influence du sujet sur la postérité du greffon (Le Mans, 1895).

(3) Lucien Daniel, Création des variétés nouvelles par la greffe *(C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1894).

(4) Lucien Daniel, La greffe mixte *(C. R. de l'Ac. des Sciences,* 1897).

(5) Ch. R. Stockard et D. M. Craig, An experimental study of the influence of alcohol on the germ cells and the developing embryon of Mammals *(Archiv. für Entwicklungs mechanik der Organismen,* 17 déc. 1912).

(6) *Chronique agricole du canton de Vaud,* 25 janvier 1904.

(7) Ville, Früchte und Blätter einer Pfropfbastardes von einer Weisdorn veredelten Birne *(Biolog. Centralblatt,* 1896). On se demande pourquoi cet hybride intéressant a été négligé par la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'hybridation par la greffe.

Deux ans plus tard, en 1898 (1), Simon-Louis signalait le fameux *Cratægomespilus Dardari* ou Néflier de Bronvaux, qui se trouvait précisément réaliser une *greffe mixte*. Le sujet était de l'Epine blanche pure ; le greffon, du Néflier, et l'hybride de greffe, intermédiaire entre les parents, avait pris naissance au niveau du bourrelet. Les caractères de cet hybride ont été maintes fois décrits (2) et il est inutile d'y revenir ici.

Au congrès de l'hybridation, qni se tint à Lyon en 1901, je montrai les applications possibles de mes procédés de greffage à la Viticulture (3) par l'emploi raisonné de la méthode que Ch. Baltet appelait l'année suivante le *Greffage créateur*, théorie Daniel (4). Je désignai sous le nom d'*hybridation asexuelle* toutes les variations spécifiques provoquées chez les plantes greffées, quelle qu'en fût l'origine particulière (hybrides de greffe, xénies de greffe ou influence du sujet sur le greffon et vice-versa). Et j'eus soin de dire que le mot spécifique devait s'appliquer comme en zootechnie aux caractères d'espèce, de race ou de variété. J'indiquais en même temps que l'hybridation asexuelle par greffe était fort rare et irrégulière dans ses effets, et qu'elle présentait une sorte de *parallélisme* avec l'hybridation sexuelle.

En 1902, un vieux Poirier fut décapité à Rennes pour transformer, comme je l'avais demandé, la greffe ordinaire en greffe mixte. Cinq pousses apparurent au niveau du bourrelet dont trois étaient hybrides de greffe, et c'est ainsi que fut produit expérimentalement le *Pirocydonia Danieli* Hans Winkler, dont les feuilles sont inégalement dentées, mais velues et qui, au printemps, a plus l'aspect du

---

(1) *Comptes-rendus du Congrès horticole organisé par la Société nationale d'Horticulture de France*, 1898.

(2) Voir L. Daniel, La question phylloxérique, fascicule II, p. 297 et suiv.

(3) Lucien Daniel, Les variations spécifiques dans la greffe ou hybridation asexuelle (*C. R. du Congrès international de l'hybridation de la Vigne*, Lyon 1901).

(4) Ch. Baltet, L'art de greffer, 1902 ; Lucien Daniel, La greffe mixte (*C. R*, 1897) et Création de variétés nouvelles par la greffe (*C. R.* 1894).

Coignassier quand, à l'automne, il a plus l'aspect du Poirier (1).

L'année d'après, je décrivais un Rosier hybride qui s'était dédoublé à la suite de la greffe et avait donné à la fois des roses rouges, des roses blanches et des roses de couleur intermédiaire entre le rouge et le blanc, à couleurs fondues ou mi-rouges et mi-blanches (2).

Pendant ce temps, l'application des mêmes méthodes à la Vigne se faisait en grand par Ravaz, Jurie et Castel, conformément aux indications que j'avais données au Congrès de Lyon. En 1903, Ravaz (3) décapitait 300 vignes greffées pour provoquer la formation des rejets hybrides au niveau du bourrelet, mais il n'obtint aucun résultat. A. Jurie (4) et Castel (5), au contraire, arrivèrent par des greffes systématiques à provoquer des variations importantes dans les résistances de la racine, du feuillage et des raisins, dans la forme et la pubescence des feuilles, dans la forme et la qualité des raisins et ils en tirèrent parti dans la pratique viticole.

Les résultats que j'avais obtenus ainsi que ceux de A. Jurie et Castel, furent contestés par Ravaz (6), Viala (7) et Griffon (8), qui ne les avaient cependant pas contrôlés. Or, Ravaz et Viala avaient eux-mêmes observé (9) et décrit des faits de variation très nets tels que la transmission des caractères de précocité par le *Vitis Riparia* à ses greffons ; le retard de végétation, le mauvais aoûtement et la fructification irrégulière que le *Vitis rupestris* imprime à ses greffons, l'amélioration de la fructification et de la qualité des raisins provoquée par le *Vitis Berlandieri* ; les transmissions de résistance à la chlorose ou les affaiblissements de cette résistance sous l'influence de certains sujets résistants ou non, etc. Et l'on peut s'étonner que, dans ces conditions, ils aient affirmé l'immutabilité absolue des vignes greffées.

---

(1) Lucien Daniel, Sur un hybride de greffe entre Poirier et Coignassier *(Revue générale de Botanique,* janvier 1904). « Il est à remarquer, disais-je dans la *Revue des Hybrides* (janvier 1904) que cet hybride a été obtenu par transformation expérimentale du greffage ordinaire en greffage mixte et il justifie ce que j'avançais au Congrès de Lyon quand j'attribuais à la suppression radicale des pousses du sujet dans la greffe ordinaire (suppression toujours pratiquée avec soin) l'absence. d'observations sur la production de ces êtres singuliers dans les Rosacées, bien qu'elles aient été de tout temps greffées à un nombre très considérable d'exemplaires».

(2) Lucien Daniel, Sur un cas de disjonction dans un hybride de Rosier, Rennes, 1903.

(3) Ravaz, Les effets de la greffe *(Congrès de Rome,* 1903 et *Bulletin de la Société Botanique de France,* 1903).

(4) Consulter les nombreuses notes de A. Jurie dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* (1902-1906) et dans divers journaux viticoles.

(5) Castel, De l'amélioration des producteurs directs par la greffe *(Congrès agricole de Toulouse,* 1904).

(6) *C. R. de l'Académie des Sciences* et *Congrès de Viticulture d'Angers,* 1907.

(7) Viala et Pacottet, *C. R. du Congrès de Viticulture d'Angers;* Viala et Péchoutre, in *Revue de Viticulture,* 1910 ; Viala et Pacottet *(Revue de Viticulture,* 1911-1912).

(8) Nombreuses notes dans les *C. R. de l'Acad. des Sciences,* dans les *Annales de Grignon* et dans le *Bulletin de la Société Botanique de France* (1905-1912).

(9) Viala et Ravaz, Les Vignes américaines, 1896.

Griffon (1), dès les débuts de ses recherches sur la greffe, annonçait qu'il avait répété toutes mes greffes et qu'il avait trouvé exactement le contraire de ce que j'avais observé. Il n'avait alors rencontré disait-il, aucun cas d'influence spécifique, morphologique ou autre du sujet sur le greffon et réciproquement. Les plantes greffées conservaient leur autonomie et l'hybridation asexuelle n'existait pas.

Plus tard (1908), il admit qu'il existe des variations chez diverses plantes greffées, mais elles sont de même nature que dans les plantes non greffées et ne sont pas plus nombreuses. C'est aussi ce que Viala a prétendu exister chez les Vignes greffées, bien que ses affirmations soient en opposition avec les observations des viticulteurs et des horticulteurs. D'ailleurs, Ch. Colin (2), dans une étude très précise faite à mon Laboratoire, a montré par l'examen anatomique des ovaires chez un hybride sexuel de Vigne, cultivé franc de pied et greffé dans des conditions rigoureusement comparatives, que le nombre des monstruosités augmentait considérablement à la suite de la greffe. Il a en outre constaté des transmissions nettes de caractères anatomiques du sujet aux pédoncules des inflorescences du greffon, correspondant aux variations morphologiques externes et à ce que j'ai moi-même indiqué chez nombre de plantes greffées.

Dans d'autres Mémoires (3), Griffon a cependant indiqué des variations chez les Pommes de terre greffées et chez des Soleils annuels servant de sujet au Topinambour. Mais, pour lui, ce sont de simples variations de nutrition et non des changements spécifiques. Il eût été fort embarrassé cependant pour reproduire, en changeant la nutrition d'un Soleil annuel, franc de pied, les modifications spéciales qu'amène, dans sa tige et sa racine, un greffon de Topinambour. En 1910 (1), sans avoir fait d'études sur ce point, il affirme que mes critiques sur la reconstitution du vignoble par greffe ne sont pas fondées, l'hybridation asexuelle n'existant pas (2). Il m'a reproché en outre d'avoir opéré sur des plantes cultivées, variables par leur origine même, et de ne pas avoir mis mes créations dans le commerce. Or, en 1911, tout en se refusant à admettre mes observations, il acceptait comme hybrides de greffe les *Cratægomespilus* et le *Solanum tubingense* de Hans Winkler (3). C'était un premier pas vers l'acceptation de l'hybridation asexuelle ; malheureusement sa mort prématurée l'empêcha d'achever une évolution d'autant plus naturelle que, autrefois, il ne rejetait point systématiquement mes théories qu'il avait fort bien exposées dans un livre classique (4) en montrant leur intérêt.

---

(1) Griffon, Quelques essais sur le greffage des Solanées (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 1906). Pour la réponse aux critiques de Griffon, Viala, Ravaz, etc., voir mon ouvrage sur « La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole, Paris-Bordeaux, 1906-1914.

(2) Ch. Colin, Étude de quelques parties de la grappe d'un hybride de greffe de vigne (*Revue bretonne de botanique*, 1906).

(3) Griffon, Troisième et quatrième séries de recherches sur les greffes des plantes herbacées (*Bulletin de la Société botanique de France*, 1909).

Cependant les négations et les controverses avaient eu leur bon côté. Elles avaient suscité de nombreuses recherches qui avaient donné des faits positifs nouveaux. En 1904, Martinet (5), observait une greffe de Sorbier sur Aubépine qui portait deux feuilles de Sorbier et une d'Aubépine. John Booth (6) indiquait les curieuses transformations du port chez les *Pinus Cembra* et *Pinus Strobus* à la suite de leurs greffes réciproques. Bernard (7) transmettait la résistance au froid du *Citrus triptera* à des hybrides insuffisamment résistants. Burbank (1) obtenait un hybride de greffe entre *Prunus Pissardi* et *Prunus triflora*. Millot (2) créait des variétés nouvelles de poires par surgreffage. En Angleterre, une Commission nommée par la Société royale d'horticulture de Londres constatait (3) que des raisins de Gros Colman greffés sur West-Saint-Peters ressemblaient à s'y méprendre à ceux de cette dernière variété.

---

(1) Griffon, Sur la variation dans le greffage et l'hybridation asexuelle *(C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1910).

(2) C'est une équivoque créée par Ravaz, Viala, Griffon et autres écrivains viticoles, qui ont présenté mes critiques de la reconstitution comme si je les avais basées exclusivement sur l'hybridation asexuelle quand je les ai fait reposer surtout sur les variations de nutrition générale.

(3) Griffon. L'hybridation asexuelle *(C. R. du Congrès de Génétique*, 1911).

(4) Voir l'analyse insérée sous son nom dans : Schribaux et Nanot, *Botanique agricole*, 2e édition.

(5) Martinet, Un cas d'influence du sujet sur la greffe *(Chronique agricole du Canton de Vaud*, 1904).

(6) *Revue horticole*, 16 mars 1908.

(7) A. Bernard, Du *Citrus triptera* comme porte-greffe, 1908.

En Allemagne, Hirche (4) créait ses hybrides de Pomme de terre par des greffes répétées dix années de suite. Hans Winkler (5) obtenait, par l'application de mes méthodes de greffage mixte par décapitation du greffon, méthodes qu'il ne semble pas avoir connues, de remarquables résultats expérimentaux. Après de nombreux essais infructueux, confirmant ce que j'ai dit de la rareté de ces phénomènes (6), il obtint, par décapitation d'un greffon de Tomate placé sur une Morelle noire, un être singulier dont on n'avait pas encore d'exemple, dit-il. Une des pousses de remplacement était formée de deux parties séparées longitudinalement par moitié : l'une des moitiés était de la Tomate pure ; l'autre, de la Morelle pure. Tout organe naissant sur la ligne de séparation appartenait par moitié à l'une et l'autre formes (feuilles, inflorescences, fruits). A cet être, rappelant les Centaures ou les Griffons, Hans Winkler donna le nom nouveau de *Chimère*.

D'autres pousses constituaient des êtres intermédiaires à des degrés divers entre le sujet et le greffon, comme chez le *Cytisus Adami* et ils montraient en outre la particularité du *Cratægomespilus Dardari* de donner des formes intermédiaires constantes. Et Hans Winkler concluait qu'il était extrêmement vraisemblable que le Cytise d'Adam et le Néflier de Bronvaux étaient des hybrides de greffe.

Peu de temps après, Heuer (7) obtenait d'autres hybrides de greffe entre Tomate et Douce-amère. Hildebrand (1) en créait un par la greffe de deux variétés d'*Oxalis,* et E. Baur (2) en réalisait un autre entre *Populus canadensis* et *Populus trichocarpa.*

---

(1) *Tribune horticole*, 1907.

(2) Millot, Sur des variétés de poires obtenues par surgreffage (*Revue bret. de Botanique*, 1909).

(3) R. Salomon, Variations par greffage (*Revue de Viticulture*, 1905).

(4) *Bulletin de la Société d'Agriculture d'Allemagne*, 1909.

(5) Hans Winkler, *Solanum tubingense*, ein echter Pfropfbastard zwischen Tomate und Nachtschatten, 1908.

(6) Lucien Daniel, Les variations spécifiques dans la greffe ou hybridation asexuelle, Lyon, 1901.

(7) Heuer, Pfropbastarde, Gartenflora, 1910.

Nomblot (3), par l'emploi du greffage mixte, panachait des variétés de Prunier et changeait en même temps la nature de leur appareil végétatif. L'hybrideur landais Baco (4) entreprenait des recherches analogues à celles de Jurie et Castel sur la Vigne, et, après avoir démontré par des expériences comparatives fort bien conduites l'existence de variations spécifiques chez les Vignes greffées, il améliorait systématiquement ses hybrides sexuels par des greffes sur sujets améliorants, tout en rejetant les sujets détériorants. Les hybrides sexuels-asexuels ainsi obtenus par lui sont aujourd'hui cultivés en grand dans de nombreux vignobles et ont un légitime succès.

En 1909, je décrivais (5) un nouvel hybride de greffe entre Épine blanche et Néflier, apparu au niveau du bourrelet sur une greffe multiple (ou polybiose), et j'en faisais constater l'authenticité par une commission. Cet hybride asexuel sera étudié en détail dans ce travail sous les noms de *Cratægomespilus Bonnieri* et de *C. Bruni.*

Seyot (6), dans une étude faite sous ma direction, constatait en 1909 l'influence du sujet américain sur les caractères des pépins du *Vitis vinifera* qu'il portait comme greffon et, pour certains de ces caractères, le polygone de variation était comparable à celui fourni par l'hybridation sexuelle.

C'est aussi à cette époque (7) que je créai la rose Gaston Bonnier par des surgreffes raisonnées entre variétés de roses proches parentes, et j'ai depuis obtenu d'autres variétés nouvelles à l'aide du même procédé.

---

(1) Hildebrand, Ueber Versuche zur Bildung von Pfropfsbastarden bei Oxalis crassicaulis *(Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.,* 11 janvier 1908).

(2) in *Congrès international de Génétique,* Paris, 1911.

(3) Nomblot, in *Journal de la Société nationale d'Horticuture de France,* 24 août 1905, et 23 août 1906.

(4) Baco, Sur les variations de la Vigne greffée *(C. R. de l'Acad. des Sciences,* 1909) et Culture directe et greffage de la Vigne *(Revue bret. de Bot.,* 1910).

(5) Lucien Daniel, Sur un nouvel hybride de greffe entre Aubépine et Néflier *(C. R. de l'Acad. des Sciences,* 1909).

(6) Seyot, Etude biométrique des pépins d'un *Vitis Vinifera* franc de pied et greffé *(Revue bretonne de Botanique,* 1909), et *C. R. de l'Acad. des Sciences,* 1909.

(7) Lucien Daniel, Sur quelques variations observées dans le genre Rosier *(C. R. de l'Acad. des Sc.,* 1907) et A propos d'une rose hybride de greffe, la rose Gaston Bonnier (*Le Jardin,* 20 Juillet 1911).

Un horticulteur de Montreuil observait, vers 1909, sur des Pêchers greffés sur Amandier, un cas des plus singuliers. Des pousses d'Amandier étaient apparues sur le Pêcher à plus d'un mètre de distance du bourrelet (1). Une commission présidée par Gustave Rivière vérifia le fait et en reconnut l'exactitude. Plus tard, pareil phénomène était signalé par Abel Châtenay, secrétaire général de la Société nationale d'horticulture (2). Enfin, Delpon et moi (3), nous avons décrit un cas analogue, mais beaucoup plus complet et qui sera ici l'objet d'une étude plus étendue.

A Dresde, on obtenait un Rhododendron hybride de greffe, et en 1913, à la suite d'une décapitation de vieux Poiriers greffés sur Coignassier, je provoquais à nouveau la formation sur le bourrelet de pousses hybrides de greffe analogues au *Pirocydonia Danieli*. Ce fait est particulièrement intéressant parce qu'il est le premier exemple de la réobtention expérimentale d'un hybride de greffe. En outre, je découvris, sur une greffe de Poirier sur Coignassier cultivé en U, un nouvel hybride de greffe, à caractères intermédiaires entre le Poirier et le Coignassier, mais qui avait pris naissance sur une racine du sujet Cognassier à 7 ou 8 centimètres du bourrelet (4). C'était une preuve de plus que les hybrides de greffe peuvent se former en dehors du bourrelet, à des distances variables des tissus de cicatrisation. J'ai dédié au professeur Hans Winkler cet hybride sous le nom de *Pirocydonia Winkleri*.

Enfin, l'influence de la greffe sur les caractères particuliers de certains animaux vient d'être expérimentalement démontrée. Steinach (5) a fait varier les caractères sexuels secondaires des rats et des cobayes en transformant leur sexe à l'aide de greffes de glandes génitales, ce qui montre bien que l'influence réciproque des conjoints n'est pas spéciale au règne végétal. Il est vrai que Kopec ainsi que Meisenheimer n'ont pu, par le même procédé, changer les caractères du sexe chez des Insectes. Mais cela est une preuve de plus de la variabilité des résultats dans la symbiose, variabilité sur laquelle j'ai insisté dès le début de mes recherches, mais qui ne peut s'expliquer avec l'hypothèse du maintien des caractères des êtres greffés. Autant de greffes, autant de cas particuliers.

---

(1) Griffon, Sur un cas singulier de variation par bourgeon chez le Pêcher *(C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1911).

(2) *Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, 1911.

(3) L. Daniel et J. Delpon, Sur un hybride de greffe entre Pêcher et Amandier *(C. R. de l'Acad. des Sciences*, 30 juin 1913).

(4) Lucien Daniel, Un nouvel hybride de greffe *(C. R. de l'Acad. des Sc.*, 24 nov. 1913).

(5) Steinach, Willkürliche Umwandlung von Saügetier-Männchen in Tiere mit ausgepröcht weiblicher Psyche *(Pflugers archiv für die gesammte Physiologie*, 1912, p. 71-108).

Les faits qui viennent d'être sommairement indiqués et beaucoup d'autres signalés par les horticulteurs sous le nom d'influence réciproque du sujet et du greffon (ou *xénies de greffe)* sur lesquels je ne puis m'étendre ici, avaient éveillé l'attention du monde savant qui chercha à les expliquer. Le *Cytisus Adami* fut pendant longtemps un sujet de controverses passionnées entre les partisans de la fixité absolue des plantes greffées et les partisans de la variation. Les premiers soutinrent, contre le témoignage de l'obtenteur, que le Cytise paradoxal était un hybride sexuel, hypothèse d'autant plus insoutenable que les deux parents ne peuvent se croiser entre eux (1).

A cause de l'analogie existant entre les caractères de l'hybride de greffe et ceux de l'hybride sexuel, on devait tout naturellement penser que l'hybride de greffe résultait de l'*union de deux cellules végétatives*, appartenant l'une au sujet, l'autre au greffon, se soudant au niveau du bourrelet et donnant naissance aux bourgeons adventifs dont le développement constituait la plante nouvelle. Cette hypothèse fut pour la première fois formulée par Alexis Braun, en 1850 (2).

L'hybridation par la greffe fut discutée au Congrès d'Amsterdam en 1865, et Caspary (3) signala le premier ce fait curieux que le *Cytisus Adami,* contrairement aux hybrides sexuels (4) est stérile par l'ovule et fertile par les étamines. Ce fait a été reconnu exact par Strasburger, puis par Guignard (1).

---

(1) D'après Focke (1881), les espèces de Légumineuses s'hybrident très rarement entre elles et le croisement n'a jamais lieu quand elles sont aussi différentes que le *Cytisus purpureus* et le *Cytisus Laburnum.* C'est, selon lui, une règle sans exception (Focke, Die Pflanzen-Mischlinge, 1881).

(2) Auf Seite XII der Vorrede zu den Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, 1850.

(3) Caspary, Ueber Pfropfhybriden, Amsterdam, 1865.

(4) Récemment Tischler (Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen, 1908) a montré que chez les hybrides sexuels, des troubles dans le développement des cellules germinatives, en particulier du pollen, sont très fréquents et vont parfois si loin que ces hybrides deviennent stériles.

En 1877, bien avant que Hugo de Vries eût remis en vedette l'origine des espèces par mutation brusque déjà indiquée par Darwin, le chimiste Armand Gautier étudiait les variations brusques, dites spontanées ou de hasard, et constatait que non seulement les caractères extérieurs variaient, mais qu'il en était de même pour la structure et la composition des plasmas (2). La variation s'exerçant parallèlement dans les cellules destinées à la reproduction et dans les cellules somatiques ou végétatives, les plasmas et les produits spécifiques sont tous frappés de variation. C'est dans l'accouplement de cellules végétatives ou *coalescence des plasmas* cellulaire et nucléaire, qui se produit chaque fois que deux plasmas sont susceptibles d'un accroissement simultané, qu'il faut chercher l'origine des diverses variations spécifiques provoquées par la greffe et même en général celle des races et des espèces (3). Le phénomène serait ainsi d'ordre chimique et la variabilité de l'être ainsi formé serait la règle tant que les molécules des parents ne se sont pas transformées en une molécule unique, plus stable en général que celles des composants.

Strasburger, en 1884 (4), accepta les idées d'A. Braun et il émit en outre l'hypothèse que les hybrides de greffe pouvaient provenir de l'union de deux cellules légèrement blessées dans l'opération, et qui auraient ainsi fourni le bourgeon mixte. Je ne m'arrêterai pas à discuter cette opinion, car l'étude que j'ai faite du développement de la cicatrisation dans les bourrelets de plusieurs milliers de greffes m'a montré que toutes les cellules blessées, même légèrement, meurent rapidement et contribuent à la formation de ce que j'ai appelé la substance unissante (5).

L'idée de la variation du chimisme spécifique chez les plantes greffées, formulée par le Docteur Armand Gautier, devait susciter d'intéressantes recherches. Le premier (1882), Bernelot Moëns (1) étudia, à ce point de vue, les variations des Quinquinas greffés et constata le passage de la cinchonidine du sujet au greffon et de la quinine du greffon au sujet, quand le sujet et le greffon ne contenaient qu'une seule de ces substances à l'état franc de pied.

---

(1) Guignard, Observations sur la stérilité comparée des organes reproducteurs des végétaux, Lyon, 1887, p. 66.

(2) Armand Gautier, (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. 84, pp. 342 et 752; t. 87. p. 54, etc).

(3) Armand Gautier, Les mécanismes moléculaires de la variation des races et des espèces (*C. R. du Congrès international de l'hybridation de la Vigne*, Lyon, 15-17 novembre 1901).

(4) Strasburger, Ueber Verwachsungen deren Folgen, 1884.

(5) Lucien Daniel, Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses, Rennes, 1896.

Ces résultats très importants furent confirmés par les recherches plus précises et plus étendues de Van Leersum (2) sur le même sujet.

Strasburger (3), dans des expériences faites en 1884, en collaboration avec le chimiste Klinger, signala la présence de l'atropine dans les tubercules d'une Pomme de terre sur laquelle il avait greffé un *Datura*. Plus tard, ayant constaté le rétablissement des communications protoplasmiques entre le sujet et le greffon (4), il expliqua les faits d'influence réciproque, observés entre les biotes (5) greffés par les horticulteurs, par une influence directe de substances morphogènes passant par l'intermédiaire de ces communications.

Cette conception s'accorde fort bien avec l'hypothèse d'Armand Gautier, et l'on s'explique aussi facilement que les substances morphogènes échangées entre le sujet et le greffon puissent agir à la façon des *Ingesta* et des *Egesta* dans l'ontogénèse.

Cependant le bourrelet ne laisse pas passer toutes les substances, comme on aurait pu le croire d'après les expériences de Bernelot Moëns, de Strasburger et de Van Leersum. J'ai signalé le premier (1891), que l'inuline ne passe pas d'une Chicoracée en fabriquant à une Chicoracée qui n'en fabrique pas, quand au contraire cette substance passe si le sujet et le greffon en fabriquent à la fois (6). Ce fait fut confirmé, en 1894, par Vöchting (7) chez les

(1) Bernelot Moëns, De Kina-cultuur in Azie, Batavia, 1882.

(2) Van Leersum, Over den invloed die Cinchona Succirubra onderstam en de daaropgëente Ledjeriana, Batavia, 1889 et Natum Kuurdig Tijdschr. van. Ned. Ind., t. 59, p. 33, 1900.

(3) *Loc. cit.*

(4) Ce rétablissement a été constaté chez les Vignes greffées par Gy de Istwanffi; il a été établi chez le *Cytisus Adami* et le *Solanum tubingense* par Hume (The New. Phytologist, London, 1913), entre les tissus des plantes parentes de ces hybrides de greffe.

(5) J'appelle biote tout être greffé, vivant en symbiose. Le greffon est un épibiote, le sujet un hypobiote.

(6) Lucien Daniel, Sur la greffe des parties souterraines des plantes (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 21 septembre 1892).

(7) Vöchting, Ueber die durch Pfropfen herbeigeführte symbiose des Helianthus tuberosus und H. annuus, 12 juillet 1894.

Helianthus. Le glucoside cyanhydrique se comporte exactement de la même manière, ainsi que l'a fait voir Guignard (1), en 1907, et très probablement d'autres substances se conduisent de même.

La solubilité d'une substance et son pouvoir osmotique vis-à-vis des membranes ne sont pas seuls en jeu dans le phénomène d'arrêt de cette substance au niveau du bourrelet. Des réserves amylacées ou sucrées peuvent parfois se localiser dans le greffon (2), même dans la greffe de la plante sur elle-même (Lis, etc.). C'est qu'entrent alors en jeu la dynamique cellulaire et les différences de pression existant entre le sujet et le greffon par suite des conditions de milieu différentes où ils se trouvent (3), à cause de la structure, si variable, du bourrelet.

J'ai démontré plus tard (4) que, dans la même greffe, un produit peut passer au travers du bourrelet et un autre être arrêté. La substance âcre du Fenouil poivré passe à la Carotte quand la substance colorante de celle-ci ne passe pas dans le Fenouil. On ne peut donc préjuger, de la manière dont se comporte un produit, la façon de se comporter d'un autre, ce qui était à prévoir.

En outre, j'ai nettement mis en évidence les variations quantitatives et qualitatives du chimisme par la culture comparative, dans les mêmes solutions nutritives, de deux races de Haricots différant par leur absorption, leur consommation et leurs résistances. Aucun changement de milieu n'existant en dehors de la greffe, c'est bien à la symbiose seule qu'il faut attribuer les variations d'absorption, les changements de taille et de forme de l'appareil végétatif ainsi que les modifications des résistances (5) chez ces végétaux.

Dans des travaux entrepris à mon Laboratoire, Ch. Laurent avait également constaté de nombreuses variations quantitatives et qualitatives chez les plantes greffées les plus diverses, et trouvé des changements remarquables dans la résistance aux parasites cryptogamiques de leurs moûts laissés à l'air libre ou ensemencés d'après les meilleures méthodes microbiologiques (1). Il avait en outre démontré le passage, de la Belladone à la Tomate, d'un alcaloïde voisin de l'atropine et doué de propriétés mydriatiques. Ses conclusions relatives aux variations du chimisme des plantes greffées furent contestées et suscitèrent de nouvelles recherches qui, en fin de compte, en ont montré l'exactitude.

---

(1) Guignard, Recherches physiologiques sur la greffe des plantes à acide cyanhydrique (*Ann. des Sc. nat., Bot.*, 1907 ; et *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1907).

(2) Lucien Daniel, Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe (*Revue générale de Botanique*, 1894), etc.

(3) Lucien Daniel, Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses, Rennes, 1896, etc., etc.

(4) Lucien Daniel, Greffe de la Carotte rouge sur Fenouil poivré (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1912).

Lucien Daniel et V. Thomas, Sur l'utilisation des principes minéraux par les plantes greffées (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, 1902) et Lucien Daniel, Sur la greffe de quelques variétés de Haricots (*C. R.*, 6 juillet 1908).

Lindemuth, de Berlin, avait repris le greffage du Datura sur la Pomme de terre et confié l'analyse des tubercules au professeur Lewin (2) qui ne put démontrer l'existence de l'atropine, mais qui constata de faibles traces d'une substance capable, comme l'atropine, de remettre en mouvement le cœur d'une grenouille arrêté par la muscarine.

Grafe et Linsbauer (3), dans des greffes de *Nicotiana Tabacum*, riche en nicotine, sur le *Nicotiana affinis*, qui en est presque dépourvu, établirent que l'aptitude du sujet à former cette substance augmente sous l'influence d'un greffon plus riche en nicotine.

L'année suivante (1907), A. Meyer et E. Schmidt (4) ne purent déceler l'atropine dans des tubercules de Pomme de terre nourries par un greffon de *Datura*. Ces recherches négatives amenèrent Strasburger à douter même de ses résultats anciens sur ce point et à presque désavouer son collaborateur Klinger.

Or, Javillier (5), ayant repris les recherches de Ch. Laurent sur des greffes que lui avait fournies Griffon, caractérisa nettement dans la Tomate greffée sur Belladone un alcaloïde mydriatique analogue à l'atropine, qui n'existait pas dans les francs de pied.

---

(1) Ch. Laurent, Etude sur des modifications que peut amener la greffe dans la constitution des plantes, Rennes, 1908, et travaux antérieurs parus dans la *Revue bret. de botanique*, 1906-1907).

(2) Lindemuth, Ueber angebliches Vorhandensein von Atropin in Kartoffelknollen in folge von Transplantation... (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 28 novembre 1906).

(3) Grafe und Linsbauer, Ueber die Wechseltige Beeinflussung von Nicotiana Tabacum und N. affinis bei der Pfropfung (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, 1906).

(4) A. Meyer und E. Schmidt, Die Wanderung der Alcaloïde aus dem Pfropfreise in die Unterlage (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, 23 avril 1907).

(5) Javillier, Sur la migration des alcaloïdes dans les greffes de Solanées sur Solanées (*C. R. de l'Acad. des Sciences.*, 23 mai 1910) et *Annales de l'Institut Pasteur*, 1910).

A. Meyer et E. Schmidt (1) recommencèrent leurs recherches à l'aide de méthodes plus perfectionnées et ils constatèrent cette fois le passage de l'atropine dans la tige de la Pomme de terre et même de la nicotine dans les Tabacs.

Avec les animaux, l'expérience a donné des résultats du même genre. Chez des animaux accolés par le procédé du greffage siamois (parabiose), on a constaté que ces êtres présentent de bonne heure des communications vasculaires (2) et qu'il y a échange de produits déterminés d'un animal à l'autre (3).

La question est donc aujourd'hui tranchée expérimentalement dans le sens que j'ai indiqué dès le début de mes études. Il peut y avoir passage de certaines substances d'un biote à l'autre ou bien rétention de diverses autres, suivant les plantes et suivant les symbioses réalisées. Certaines de ces substances peuvent être morphogènes et leur addition ou leur suppression ont alors pour résultat l'apparition ou la disparition des caractères correspondants. Ces faits d'influence sont assez comparables aux Xénies consécutives à la fécondation, d'où le nom de *Xénies de greffe* que je leur ai donné (4).

D'autre part, l'hypothèse de la soudure de deux cellules végétatives ou hybridation par la greffe était vivement contestée, parce qu'elle ne s'expliquait pas avec les théories modernes de Weismann. Celui-ci, en 1892 (5), fit observer que si l'hybridation somatique existait, la conjugaison des cellules mères de l'hybride de la greffe n'avait pu être précédée d'une réduction chromatique préalable. Par conséquent le nombre des chromosomes de l'hybride devait être le double de celui des parents.

Il est évident, et je l'ai fait remarquer le premier (6), que l'hypothèse de Weismann ne peut être vérifiée quant à la réduction chromatique. Pour assister à ce phénomène, il faudrait un hasard presque miraculeux étant données la rareté du fait et l'impossibilité de prévoir le moment de son apparition et le point précis où il doit se produire.

---

(1) A. Meyer et E. Schmidt, Flora, mars 1910; etc.

(2) W. Jehn, Beiträge zur Parabiose (*Zeitschr. exp. Pathol. u. Therap.*, VI, 16-32, 1908).

(3) Sauerbruch und Heyde, Weitere Mitteilungen über die Parabiose bei Warmblütern mit Versuchen über Ileus und Urämie (*Zeitschr. exp. Pathol. u. Therap.*, VI, 33-74, 1906).

(4) De même j'ai désigné sous le nom de *Télégonie de greffe* l'influence du sujet sur la postérité du greffon et vice-versa.

(5) Weismann, Das Keimplasma. Eine theorie der Vererbung, Iena, 1912.

(6) Lucien Daniel, La question phylloxérique, Bordeaux 1906-1914. Pour les questions de priorité, il est utile de rappeler que ce travail a paru mensuellement dans l'*Œnophile* de Bordeaux, et qu'il ne faut pas s'en rapporter aux dates postérieures inscrites sur la couverture des fascicules successifs.

Par ailleurs, les règles considérées comme les plus fixes sous ce rapport ont des exceptions. Ainsi les œufs parthénogénétiques ne devraient expulser qu'un globule polaire et c'est ce qui a lieu dans la majorité des cas. Mais il y a cependant des exemples assez nombreux où deux globules polaires sont expulsés. Le nombre des chromosomes, outre qu'il est délicat à préciser quand il dépasse un certain chiffre, n'est pas non plus d'une fixité absolue ainsi que Lécaillon et autres observateurs l'ont fait voir pour les Oiseaux, Bataillon et Brachet pour les Grenouilles parthénogénétiques ; et, dans la parthénogénèse, il peut y avoir autorégulation de ce nombre qui, de *n* chromosomes, repasse à *2 n* chromosomes par une sorte de multiplication de ceux-ci.

Chodat (1) a fait remarquer avec raison que l'on a fait jouer à la réduction chromatique un rôle exagéré et que l'on a bâti sur ce thème de vrais romans scientifiques. Et je partage entièrement l'avis de Caullery (2) quand il « se refuse, avec une minorité de naturalistes, à reconnaître à l'ensemble des conceptions sur les chromosomes la solidité qu'on leur accorde généralement. » Et il faut bien reconnaître avec cet auteur que ces conceptions « ont exercé sur les biologistes, depuis vingt ans, une véritable tyrannie (3). »

Dès 1893, Haacke (4) contestait l'interprétation de Weismann et il admettait qu'une réduction chromatique pouvait parfaitement s'être produite avant la copulation asexuelle. Il faut avouer que cette hypothèse n'est pas plus illogique que l'autre, ni plus facile à démontrer.

Quant au nombre des chromosomes, on peut penser que, si celui-ci n'est pas normal, il y a des mécanismes compensateurs comme dans certaines parthénogénèses et que, dans le cas de l'hybridation par la greffe, l'autorégulation consiste dans une *réduction* au lieu d'être une *augmentation* comme dans les cas particuliers de parthénogénèse que j'ai précédemment cités.

---

(1) Chodat, *Principes de botanique*, Genève, 1907.

(2) Caullery, Les problèmes de la sexualité, Paris, 1913.

(3) Ceci est tellement vrai que Behrens, en 1899, me reprochait de parler des hybrides de greffe comme si, avec les théories modernes, ces êtres pouvaient exister ! Je me bornai à lui répondre (1901) : « quand les faits ne concordent pas avec une théorie, ce ne sont pas les faits qui ont tort, mais la théorie ». Or les hybrides de greffe ne sont plus niables aujourd'hui et se sont beaucoup multipliés.

(4) Haacke, Gestaltung und Vererbung, Leipzig, 1893.

On peut d'ailleurs invoquer à l'appui de cette explication les réductions brusques obtenues expérimentalement par Némec en 1904 (1). A l'aide de l'hydrate de chloral, cet expérimentateur provoqua l'apparition de noyaux doubles dans les racines du Pois, comme s'il s'était agi de la copulation somatique supposée qui aurait fourni l'hybride de greffe (2). Or ces noyaux, qui ont 4 n chromosomes, passent ensuite brusquement à 2 n chromosomes et l'ordre normal est rétabli.

Strasburger (3), l'année suivante, rechercha le nombre des chromosomes chez le *Cytisus Adami*, au point du vue indiqué par Weismann. Il se demandait alors s'il y avait des cellules à deux noyaux, ou des cellules à un seul noyau ou un ensemble de tissus à cellules les unes à un noyau, les autres à deux noyaux. Dans les cellules à un noyau, si celui-ci provenait de l'union asexuelle des deux noyaux, il devait être plus gros que ceux de *Cytisus Laburnum* et de *Cytisus purpureus* considérés chez les parents, puisque chez l'hybride il était la somme des noyaux de chacun d'eux.

Or, Strasburger trouva que les cellules du *Cytisus Adami* sont uninucléées et que les nombres des chromosomes du noyau des *Cytisus Laburnum, Cytisus purpureus* et *Cytisus Adami* sont les mêmes, c'est-à-dire 48 dans les cellules somatiques et 24 dans les cellules germinatives. Et il en conclut que le *Cytisus Adami* n'est vraisemblablement pas un hybride de greffe, mais un hybride sexuel, et que les réductions chromatiques brusques, à la façon de celles observées par Némec. étaient improbables chez les plantes considérées comme hybrides de greffe (*Cytisus Adami, Cratægomespilus Dardari).*

Némec a repris ses expériences en 1909 et, ayant retrouvé les mêmes résultats qu'en 1904, il a maintenu ses conclusions, en opposition avec l'hypothèse de Weismann et de Strasburger (1).

---

(1) Némec, Ueber die Einwirkung des Chlorhydrates auf die Kern-und Zellteilung, *(Jahrb. für wiss. Bot.*, 1904, pp. 645-730).

(2) Strasburger, en 1907, a convenu lui-même de la justesse de cette interprétation dans son Mémoire intitulé : Ueber die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage, *(Jahrb. für wiss. Bot.*, 1907).

(3) Strasburger, Typische und allotypische Kernteilung, *(Jahrb. für wiss. Bot.*, 1907).

Celui-ci ne s'est d'ailleurs pas borné à revenir sur ses opinions antérieures, sans raisons suffisantes ; il a formulé des objections assez inattendues. Dans une de ses études (2), il disait : « Je ne peux me décider à abandonner mes doutes sur les hybrides de greffe. Je pense que ces doutes resteront justifiés aussi longtemps qu'on ne pourra apporter sur leur origine que des observations faites tardivement, aussi longtemps qu'on ne parviendra pas à reproduire les hybrides de greffe et à les suivre dans leur développement. » Au moment où le botaniste allemand écrivait ces lignes, j'avais décrit le *Pirocydonia Danieli,* obtenu expérimentalement par décapitation du greffon et formation d'un greffage mixte en 1902. L'objection de Strasburger n'avait pas de raison d'être puisque la méthode de production expérimentale d'hybrides de greffe était alors indiquée (3). C'est cette méthode qui a permis à Hans Winkler d'obtenir des hybrides de *Solanum ;* c'est celle qui m'a servi à réobtenir en 1913 le *Pirocydonia Danieli.*

D'après la dernière façon de voir de Strasburger, les hybrides de greffe sont des monstres spéciaux, des Hyperchimères, dont les sommets végétatifs possèdent deux sortes de cellules embryonnaires, l'une provenant du sujet, l'autre du greffon, et qui sont en contact si étroit qu'elles s'influencent réciproquement au point de faire naître des bourgeons semblables à des hybrides sexuels entre les deux plantes. Cette conception ne me paraît guère avoir fait la lumière sur la genèse de ces êtres.

De son côté, Hans Winkler s'est préoccupé de déterminer l'origine des hybrides de greffe et de rechercher leurs relations possibles avec les hybrides sexuels (1). Il a cherché, comme Strasburger pour le *Cytisus Adami*, quel était le nombre des chromosomes dans les *Solanum*. La Tomate possède 24 chromosomes dans ses cellules somatiques et 12 dans ses cellules germinatives. La Morelle en a 72 dans ses cellules somatiques et 36 dans ses cellules germinatives. Si la conjugaison asexuelle de deux cellules végétatives avait existé à l'origine de l'hybride de greffe, sans réduction chromatique, les cellules des *Solanum* hybrides de greffe obtenus par Hans Winkler devaient avoir 24 + 72 = 96 chromosomes. Ce n'était pas le cas. De plus, toutes les cellules du sommet végétatif n'avaient pas le même nombre de chromosomes, mais les unes en avaient 24 comme chez la Tomate, les autres 72 comme la Morelle. Hans Winkler considérant que toutes les plantes, y compris les hybrides sexuels (2), ne présentent pas cette dualité de cellules, mais sont composées de cellules uniformes, conclut que les *Solanum* hybrides de greffe sont des chimères formées par des cellules pures appartenant aux deux parents. Mais, au lieu d'être placées côte à côte, et par moitié dans le sens vertical, comme dans la chimère primitive qu'avait réalisée Hans Winkler, les cellules de la Tomate et celles de la Morelle étaient situées les unes au-dessus des autres. Aussi proposa-t-il de séparer les chimères en deux groupes : les *chimères sectoriales* dans lesquelles les différentes cellules sont séparées, dans le sommet végétatif, par des surfaces longitudinales, et les *chimères périclinales*, chez lesquelles les couches sont superposées, l'extérieure appartenant à l'une des espèces parentes, l'autre appartenant à l'autre parent.

---

(1) Némec, Zur Mikrochimie der Chromosomen *(Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* 1909).

(2) Strasburger, Meine Stellungsnahme zur Trage der Pfropfbastarde *(Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.,* 1908).

(3) L'objection de Strasburger serait sans portée, même si les hybrides de greffe n'avaient pu être reproduits expérimentalement. Que d'êtres n'existeraient pas si, pour démontrer leur réalité, on devait les reproduire et suivre leur développement! Les albinos (souris, rats, oiseaux) ont-ils été obtenus en partant des parents colorés dont ils dérivent sûrement ? Non, et ils existent pourtant et leur origine reste inexpliquée. Qui nierait l'existence des cristaux de glycérine parce que l'on n'a jamais pu réobtenir la cristallisation de cette substance qui s'est effectuée un jour sous l'influence d'une cause encore inconnue ? Les faits anormaux demandent une explication, même s'ils gênent des théories : les nier n'est pas une solution.

Non seulement cette disposition périclinale est révélée par l'examen histologique, mais Hans Winkler cite à l'appui de cette disposition le fait que la couche la plus externe du point végétatif étant dérivée d'un parent unique, l'épiderme de la chimère doit avoir exactement la structure anatomique de l'épiderme de ce parent ; ce serait, d'après lui, toujours le cas.

---

(1) Hans Winkler, Ueber die Nachkommenschaft der Solanum-Pfropfbastarde und die Chromosomenzahlen ihrer Keimzellen, Iena 1909 ; Ueber das Wesen der Pfropfbastarde. *(Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.,* 1910) ; Untersuchungen über Pfropfbastarde, Iena, 1912; Die Chimärenforschung als methode der experimentellen Biologie, Würzburg, 1914.

(2) Voir plus loin la critique de cette affirmation, qui demande confirmation.

Les cellules germinatives mâles et femelles viennent de la couche cellulaire subépidermique du sommet végétatif chez les *Solanum.* Les cellules germinatives des hybrides de greffe ou chimères doivent être identiques aux cellules germinatives de l'espèce parente dont dérive l'avant-dernière couche du sommet végétatif. C'est toujours le cas, dit Hans Winkler, et cela explique pourquoi les descendants rappellent exclusivement l'un des parents.

Si le sommet végétatif des chimères périclinales est alternativement formé de couches de l'une et de couches de l'autre espèces, on peut observer des structures variées chez ces Chimères : tantôt la couche épidermique est pure Tomate et la couche sous-épidermique pure Morelle ou bien la structure inverse ; tantôt les deux couches externes appartiennent à la Tomate et les plus internes à la Morelle ou inversement ; tantôt la première et la troisième couches sont de la Tomate et le reste de la Morelle et vice-versa ; etc., etc. A ces différentes dispositions correspondent des formes hybrides intermédiaires différentes entre elles. Ainsi *Solanum tubingense* réalise le premier type ; *S. Kælreuterianum,* le second ; *S. proteus,* le troisième ; *S. Gaertnerianum*, le quatrième.

Les chimères sont donc des *individus unitaires,* à la structure desquels contribuent des cellules de deux espèces différentes, et *qui se comportent comme des individus issus de semence.*

Un fait important, c'est que E. Baur (1) a trouvé une disposition analogue chez les *Pelargonium zonale* à feuilles vertes bordées de blanc. Ce sont aussi des Chimères périclinales, mais formées de cellules d'une même plante, les unes saines, les autres albinos ; ou bien des chimères sectoriales quand le sommet végétatif présentait une disposition sectoriale de tissus. Ces chimères sont produites, non par la greffe, mais elles naissent spontanément sous l'influence d'une cause inconnue encore ou par *croisement sexuel.*

Hans Winkler a signalé tout récemment (1914) un grand nombre de problèmes sur lesquels la recherche des chimères pouvait apporter, sinon la solution complète, du moins une contribution à cette solution et il fait entrevoir que ces êtres peuvent être l'objet d'applications pratiques importantes (1). C'est la justification de ce que j'avais avancé depuis longtemps quand je parlais de la possibilité de la création de variétés nouvelles par la greffe (1894) et du perfectionnement systématique des végétaux par la greffe (1898).

---

(1) E. Baur, Pfropfbastarde, Periklinalchimären und Hyperchimären, 1908; Zeitch. f. induktive Abstammungs-u. Vererbungslehre, 1909; Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, Berlin, 1911.

L'hypothèse des chimères formées exclusivement d'une mosaïque à grands ou à petits éléments appartenant aux deux espèces parentes pures, a-t-elle, comme le pensent E. Baur et Hans Winkler, résolu complètement et définitivement le problème de l'hybridation asexuelle? Une telle structure infirme-t-elle les hypothèses plus anciennes, en particulier celle de la conjugaison de deux cellules somatiques appartenant l'une au sujet et l'autre au greffon, conjugaison donnant lieu à un hybride de greffe mosaïque, intermédiaire ou renforcé (2) ?

Avant d'exposer des faits nouveaux qui me paraissent de nature à nous renseigner à cet égard, je discuterai les conclusions de Hans Winkler en m'appuyant sur les connaissances actuelles relatives aux hybrides sexuels et à leur cytologie.

Les recherches de Hans Winkler, de E. Baur et autres naturalistes allemands, en précisant la structure des sommets végétatifs chez les hybrides de greffe, nous ont fait connaître une disposition intéressante jusqu'alors non signalée dans ces organes. Mais constater une disposition n'est pas donner l'explication de cette disposition. Pour que l'on puisse repousser la conjugaison préalable de cellules asexuelles, il faudrait que les dispositions sectoriale et périclinale (1) fussent spéciales à la greffe. Or, ce n'est pas le cas, puisque E. Baur et Hans Winkler d'ailleurs l'ont reconnue chez les plantes panachées et attribuent cette disposition au croisement sexuel et à des causes inconnues.

---

(1) Hans Winkler, Die chimärenforschung, Würzburg, 1914.

Dans un travail tout récent, intitulé Fortschritte aus dem gebiete der botanischen Physiologie und Vererbungslehre, Leipzig et Berlin, 1914, Buder ne considère pas les chimères périclinales et sectoriales comme de vrais hybrides de greffe. Ce terme doit être réservé aux productions dans lesquelles les caractères sont fusionnés et qui ont nécessairement pour origine la fusion totale ou partielle de deux cellules végétatives.

Selon lui, on ne connaît actuellement qu'un exemple certain de cette fusion, récemment obtenu par H. Burgeff sur les *Phycomyces* (Ueber sexualität, Variabilität und Vererbung bei Phycomyces nitens, *Berich. d. bot. Gesellsch.*, 1912). Cet auteur ayant coupé un mycèle + portant un sporange, mit sur la section un organe semblable d'un mycèle — . Par une pression appropriée, il réussit à faire passer un peu de protoplasma de l'un dans l'autre et les mycèles régénérés à la suite d'une telle union étaient *neutres*. Un tel résultat montre l'importance considérable du mélange de protoplasmas différents, et la possibilité de leur conjugaison, comme l'ont indiqué A. Braun, Armand Gautier, etc. L'hybridation asexuelle est ainsi expérimentalement démontrée.

(2) Voir Lucien Daniel, « La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole » pour ce qui concerne les variations des diverses catégories d'hybrides sexuels après leur greffe (Bordeaux et Paris, 1906-1914).

Mais comme dans les plantes panachées, les cellules albinos et les cellules vertes appartiennent au même individu, Hans Winkler indique que la disposition des chimères est spéciale à la greffe quand il s'agit de chimères obtenues entre plantes différentes. Pourtant il existe des chimères végétales qui n'ont pas la greffe pour origine, mais bien le croisement sexuel entre plantes différentes : c'est le cas des Dahlias, des Roses, etc., dans lesquels les couleurs des fleurs ou de l'ensemble des fleurs présentent la disposition sectoriale. Et, dans le règne animal, l'on a récemment signalé sous ce rapport un exemple des plus typiques, obtenu par Toyama (2), à la suite d'un croisement sexuel entre deux races du Ver à soie.

Cet observateur, ayant accouplé un papillon mâle de Ver à soie de race japonaise, à chenilles et papillons blancs, avec une femelle de race française, à chenilles et papillons rayés de bandes brunâtres, obtint par ce croisement des chenilles dont la moitié gauche du corps était entièrement blanche comme dans la race japonaise et l'autre moitié rayée comme dans la race française. Ces chenilles donnèrent des papillons eux-mêmes dissymétriques ; leurs ailes gauches étaient blanches comme chez les papillons japonais, et leurs ailes droites étaient rayées comme chez la race française. Le plus curieux, c'est que ces papillons dissymétriques possédaient un testicule à gauche et un ovaire à droite : ils étaient à la fois mâles comme le père japonais et femelles comme la mère française.

Peut-on trouver un plus bel exemple de chimère sectoriale et pourtant elle provient d'un croisement sexuel sans intervention d'une greffe quelconque ? N'est-il pas infiniment probable que, dans cette chimère sexuelle, l'on trouve la disposition observée par Hans Winkler chez ses chimères de *Solanum*, c'est-à-dire des cellules pures de chaque parent, placées côte à côte, et possédant le nombre de chromosomes caractéristique de chaque race ?

---

(1) La panachure présente encore une disposition curieuse : c'est la disposition annulaire qui se rencontre chez certains Joncs et certaines Graminées. Il serait intéressant de rechercher dans le bourgeon l'origine de cette superposition par bracelets successifs.

(2) Toyama, Journal of Agriculture, Tokio, 1909.

En tout cas, l'on ne peut se baser sur le fait que, dans les chimères de *Solanum*, les nombres de chromosomes sont ceux des espèces sujet et greffon pour séparer les hybrides sexuels tant que l'on n'aura pas prouvé que dans les chimères sexuelles cette disposition est remplacée par la réduction chromatique et la fusion des noyaux amenant le nombre des chromosomes de l'hybride sexuel à être la demi-somme de ceux des parents. Dire avec Hans Winkler que cette fusion est toujours le cas chez les hybrides sexuels, c'est au moins prématuré et peu vraisemblable en particulier chez les hybrides mosaïques, dans lesquels rentrent les chimères d'origine sexuelle.

Il faut plutôt voir dans ces cas, non une disposition particulière, mais un véritable parallélisme entre les effets de la greffe et ceux de l'hybridation sexuelle. Ce parallélisme, sur lequel j'ai insisté depuis longtemps, ressort d'ailleurs de ce qu'ont rapporté Strasbuger et Hans Winkler quand ils indiquent que les hybrides de greffe se comportent comme des individus issus de semences et que leurs cellules s'influencent mutuellement à la façon de ce qui se passe chez les hybrides sexuels.

Hans Winkler voit encore dans le retour aux formes parentes et dans le maintien par la greffe des formes intermédiaires, des particularités propres aux chimères. Mais il y a de pareils retours chez les hybrides sexuels (Vigne, Rosier, Pommier, etc.). Et je montrerai plus loin que chez les formes considérées jusqu'ici comme constantes chez le *Cratægomespilus Dardari*, il se produit avec l'âge des retours à l'Epine blanche, ce qui prouve que le maintien des caractères est loin d'être absolu chez les formes nettement intermédiaires aux parents.

Ce dernier fait établit un rapprochement de plus avec le croisement sexuel, car chez les hybrides sexuels cette tendance à la séparation des caractères parentaux avec l'âge est un fait bien connu.

L'hérédité des hybrides de greffe aurait, d'après Hans Winkler, beaucoup perdu de son intérêt depuis que l'on sait que ce sont des chimères. D'après Johannsen (1), les biotypes (ou biotes en l'espèce) ne s'influencent pas les uns les autres, puisqu'il y a bientôt cent ans que le *Cytisus Adami* est connu et que ses générateurs réapparaissent avec tous leurs caractères. Ce serait là une des meilleures preuves que le génotype n'est pas modifié par le genre de vie (1).

---

(1) Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Iena, 1913.

Avant de généraliser ainsi, tant pour l'hérédité dans les retours d'hybrides de greffe que pour leur descendance, il serait prudent d'attendre que l'on ait rassemblé un plus grand nombre de documents. Si les retours du Cytise d'Adam sont du *Cytisus Laburnum* pur, ses descendants donnent parfois du *Cytisus Laburnum* différant du type par quelques caractères secondaires (couleur des feuilles et précocité), ainsi que l'a indiqué Hildebrand (2). Personnellement, j'ai obtenu des variations dans la descendance du greffon chez diverses greffes de Choux, Carottes, Solanées, etc., dont les variations pouvaient être considérées comme des hybrides ou des xénies de greffe (3). Rien ne prouve à priori que l'on n'en obtiendra pas d'autres, absolument inattendues, surtout si l'on en juge par les résultats si différents fournis par de mêmes xénies sexuelles chez les Haricots, obtenues à une année d'intervalle par Jean Daniel (4).

Il semble surprenant que, chez les chimères sectoriales où la couche sous-épidermique peut appartenir en partie à l'un et à l'autre parent, les cellules germinatives de chaque race ne puissent s'hybrider et donnent toujours l'une des races pures. S'il en est ainsi dans le *Cytisus Adami* et dans les *Solanum* de Hans Winkler, n'est-ce pas simplement parce que le croisement sexuel est impossible naturellement entre les espèces parentes ? Mais ce n'est pas le cas pour les races et, dans les chimères entre races, l'hérédité devrait plutôt être mendélienne. Or, le peu qu'on en sait jusqu'ici montre qu'il n'en est pas ainsi.

Si les cellules de chaque parent étaient toutes de pures race ou espèce, en particulier celles de l'épiderme, les tissus épidermiques devraient conserver tous leurs caractères spécifiques. Or, ce n'est pas toujours le cas, puisque, par exemple, les feuilles de *Pirocydo-*

---

(1) Hans Winkler, Untersuchungen über Pfropfbastarde, Iena, 1912.

(2) Hildebrand, Ueber Sämlige von *Cytisus Adami*, 1908.

(3) Lucien Daniel, Influence du sujet sur la postérité du greffon, Le Mans, 1895.

(4) Jean Daniel, Sur la descendance des Haricots ayant présenté des cas de xénie (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 9 février 1914).

nia Danieli ont les caractères du Coignassier au printemps et ceux du Poirier à l'automne. En outre, l'*Œcidium cancellatum,* qui respecte le Coignassier, attaque légèrement l'hybride de greffe sans se développer complètement sur ses feuilles.

2. Examen de quelques hybrides asexuels nouveaux.

Je laisse ici de côté tous les cas d'influence réciproque observés entre le greffon et le sujet, ou xénies de greffe, dont le nombre est relativement considérable et dont l'examen m'entraînerait au-delà des limites de cet article. Je me bornerai à étudier quatre hybrides asexuels nouveaux et importants : 1° les *Cratægomespilus Bonnieri* et C. *Bruni* (Néflier de Saujon) ; 2° l'*Amygdalopersica Delponi* et ses congénères ; 3° le *Pirocydonia Danieli* et 4° le *Pirocydonia Winkleri.*

I. Les *CRATŒGOMESPILUS* [C. Bonnieri (1) et C. Bruni (2)].

Le Néflier de Saujon me fut signalé en 1906 par le capitaine Brun qui, à l'aide de mes méthodes, avait obtenu divers hybrides de greffe en greffant quelques hybrides sexuels de Vigne. J'ai pu étudier sur place ce curieux hybride asexuel une première fois en 1909 et une seconde fois en 1912. J'en cultive les diverses formes dans le jardin du Laboratoire de Botanique appliquée de l'Université de Rennes depuis 1913, greffées sur *Cratægus oxyacantha.*

Un pied d'Epine blanche *(Cratægus oxyacantha),* fut élevé à haute tige. Par décapitation, à un mètre cinquante environ, on le fit se ramifier. Cinq branches (1, 2, 3, 4 et 5, fig. 1) alors égales furent greffées, en 1884, avec des greffons provenant d'un même Néflier à gros fruits (fig. 1 et 2, pl. 13). Ce Néflier n'avait jusqu'alors donné aucune variation. Le procédé employé fut le greffage en fente ; les cinq greffons reprirent bien mais poussèrent avec une vigueur inégale (G^1, G^2, C^3. G^4, G^5, fig. 1), ce qui arrive fréquemment dans les polybioses ou greffes multiples de ce genre. Pendant plus de quinze ans, rien d'anormal ne se manifesta. Ce fut seulement quand les greffons commencèrent à donner des signes de décrépitude, à se dessécher par leurs extrémités supérieures, que des pousses de remplacement apparurent sur le bourrelet de l'une des greffes seulement, les quatre autres branches (G^1, G^2, G^3 et G^5, fig. 1) de l'hypobiote (sujet) ne donnant aucune pousse de ce genre.

---

(1) Je dédie cette forme du Néflier de Saujon à mon excellent maître M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, au Laboratoire duquel j'ai commencé mes études sur la greffe en 1891.

(2) Je dédie cette autre forme du Néflier de Saujon au Capitaine Brun, qui a découvert l'hybride de greffe en 1906.

Deux ans après l'apparition du rameau R, le greffon G^4 fut cassé par un coup de vent, mais cette brisure, postérieure à l'origine du rameau, n'est pas l'agent qui a fait naître celui-ci.

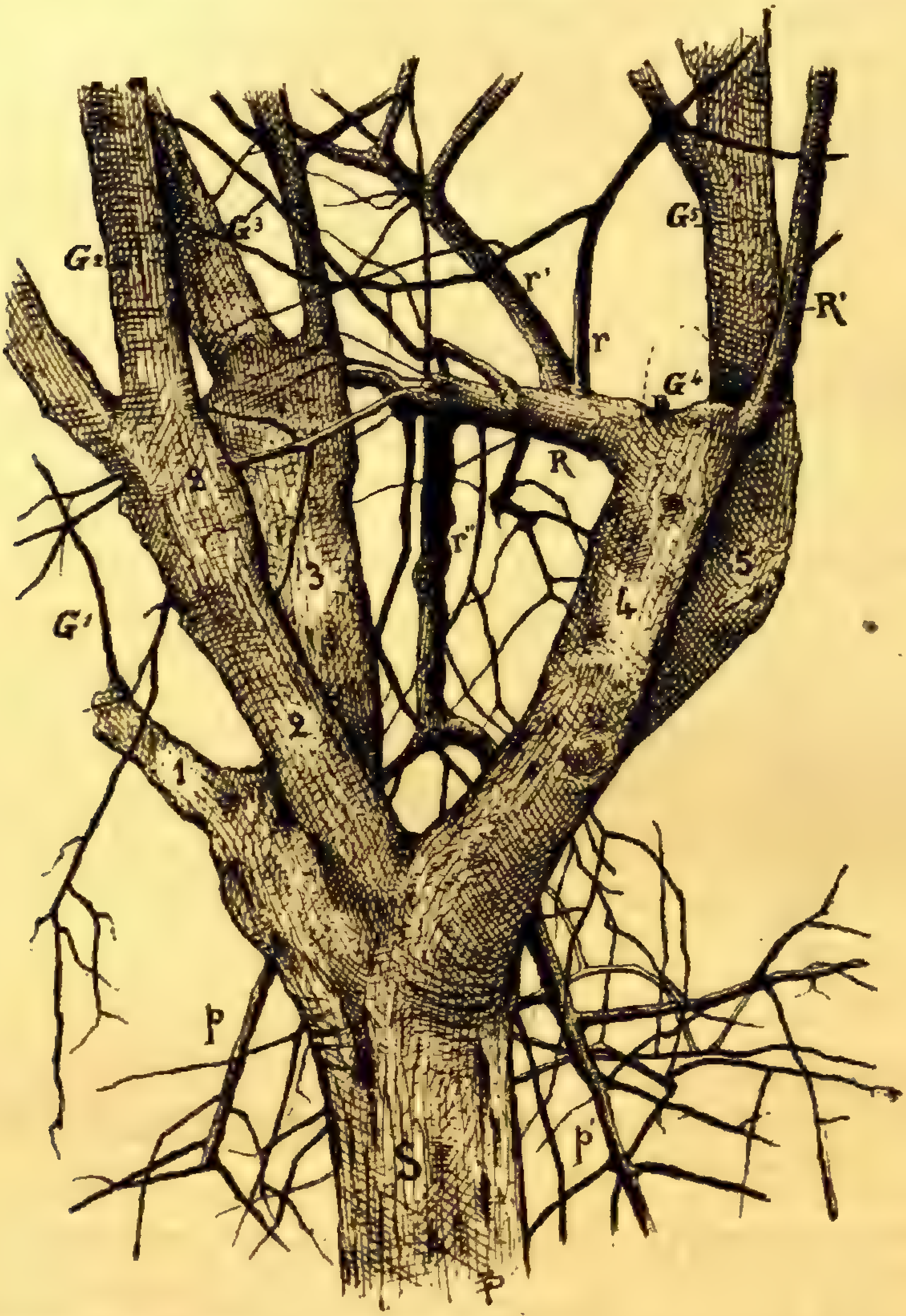


Fig. 1. — Aspect du Néflier de Saujon en 1909. — 1, 2, 3, 4 et 5, les cinq branches du sujet S ; G^1, G^2, G^3, G^4 et G^5, les cinq greffons ; B, niveau du bourrelet et cassure de la greffe n° 4 avec le greffon G^4 indiqué en pointillé ; R, première ramification avec ses trois branches *r*, *r'* et *r''* ; R', 2ᵉ ramification donnant du Néflier sauvage ; *p* et *p'*, pousses retombantes de la forme *r''* de l'hybride de greffe voisine de l'Epine blanche ; *r'* forme hybride de greffe voisine du Néflier.

A la base du tronc S portant les cinq branches greffées, on voyait, en 1909, les branches d'Epine blanche pure, à feuilles glabres et découpées comme à l'ordinaire, à tiges épineuses, à petits fruits glabres, rouges à maturité et couronnés par un petit calice persistant, écailleux et recourbé (fig. 3 et 4, pl. 13).

Le greffon était toujours le Néflier à gros fruits bien caractérisé par ses feuilles entières et velues de grandes dimensions, ses tiges inermes et ses gros fruits à couleur brune, à œil très grand entouré de sépales persistants dressés, brunâtres et très allongés.

Au niveau du bourrelet, on voyait deux pousses situées aux extrémités du même diamètre correspondant à la fente centrique faite au moment du greffage.

La première de ces pousses (R' fig. 1), était un retour très net au Néflier sauvage dont elle possédait tous les caractères : feuilles plus étroites, tiges épineuses, fruits plus petits, quoique nèfles typiques.

La seconde constituait l'hybride asexuel ou hybride de greffe le plus complet qu'il m'ait été donné d'observer (R, fig. 1). Du bourrelet B partait un tronc unique R qui portait trois sortes de ramifications *r*, *r'* et *r''*. La ramification *r* était de l'Epine blanche pure, analogue sous tous rapports aux pousses de la base du sujet *S*, c'est-à-dire au *Cratægus oxyacantha* normal.

La ramification *r'* (*Cratægomespilus Bonnieri*) était intermédiaire entre le sujet (hypobiote) et le greffon (épibiote), mais sa forme se rapprochait plus du Néflier que de l'Epine blanche. Les feuilles étaient entières et velues, de forme semblable à celle du Néflier sauvage, mais plus petites et moins épaisses; les tiges étaient plus grêles et moins épineuses. Les fleurs étaient semblables à celles du Néflier, mais de taille plus petite et elles étaient disposées en corymbe comme dans l'Epine blanche. Quelques-unes avaient un périanthe tétramère. Les fruits, petits et plus ou moins ovoïdes ou fusiformes, avaient la couleur de la nèfle et présentaient, parfois en totalité, parfois en partie, le phénomène du blettissement. Les sépales du calice, persistants et dressés, recourbés en dedans, étaient courts,

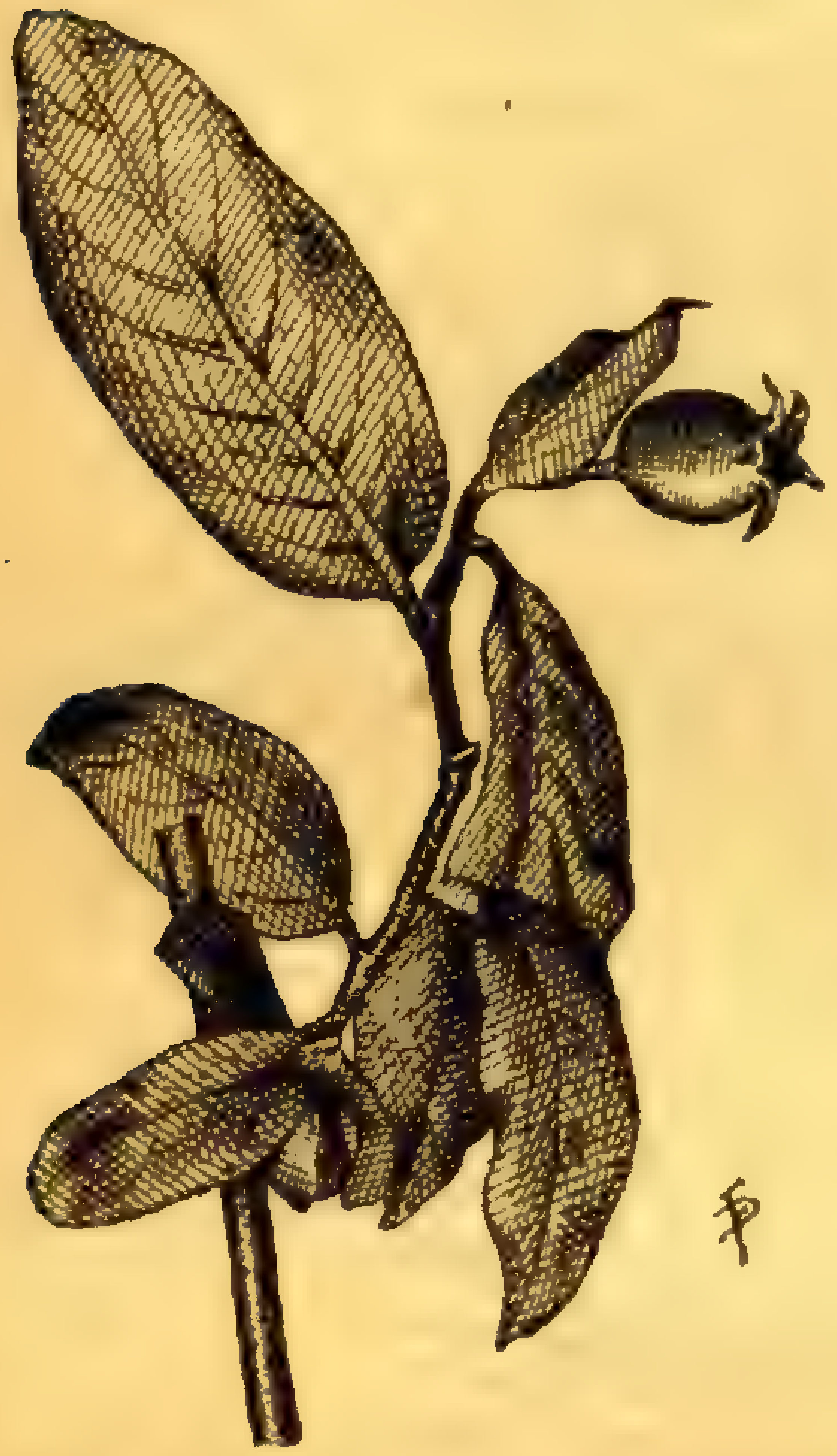


Fig. 2. — Branche fruitière de la forme hybride de greffe du *Cratægomespilus Bonnieri*, avec des fruits voisins de ceux de l'Epine blanche mais ayant la couleur de la nèfle.

épais à la base et plus charnus qu'à l'ordinaire (fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16, pl. 13). D'autres fruits, couleur de nèfle se rapprochaient beaucoup de l'Epine, avec un calice un peu différent (fig. 2). Ils renfermaient tantôt un, tantôt deux, rarement trois noyaux qui, semés et traités avec soin, n'ont pas germé.

La ramification *r″ (Cratægomespilus Bruni)* était également intermédiaire entre le sujet et le greffon, mais plus voisine de l'Epine blanche. Ses tiges, plus ou moins fortement épineuses et velues, portaient des feuilles crénelées, peu découpées mais velues; leurs fruits rappelaient, comme forme, ceux de l'Epine blanche, avec un calice écailleux rudimentaire, caduc à maturité chez quelques-uns d'entre eux (fig. 3), ou plus développé que chez l'Epine blanche chez d'autres. Enfin, fait très remarquable, ces fruits étaient tantôt entièrement couleur de Nèfle, tantôt en partie nèfle et en partie fruit d'Epine, et la couleur rouge pouvait se fondre avec la teinte de la nèfle par un passage dégradé d'une façon parfaite ou bien, comme dans un seul d'entre eux (fig. 4), présenter une variation sectoriale très nettement limitée, avec les 4/5 de la nèfle et 1/5 du fruit d'Epine (fig. 5 et 6, pl. 13).

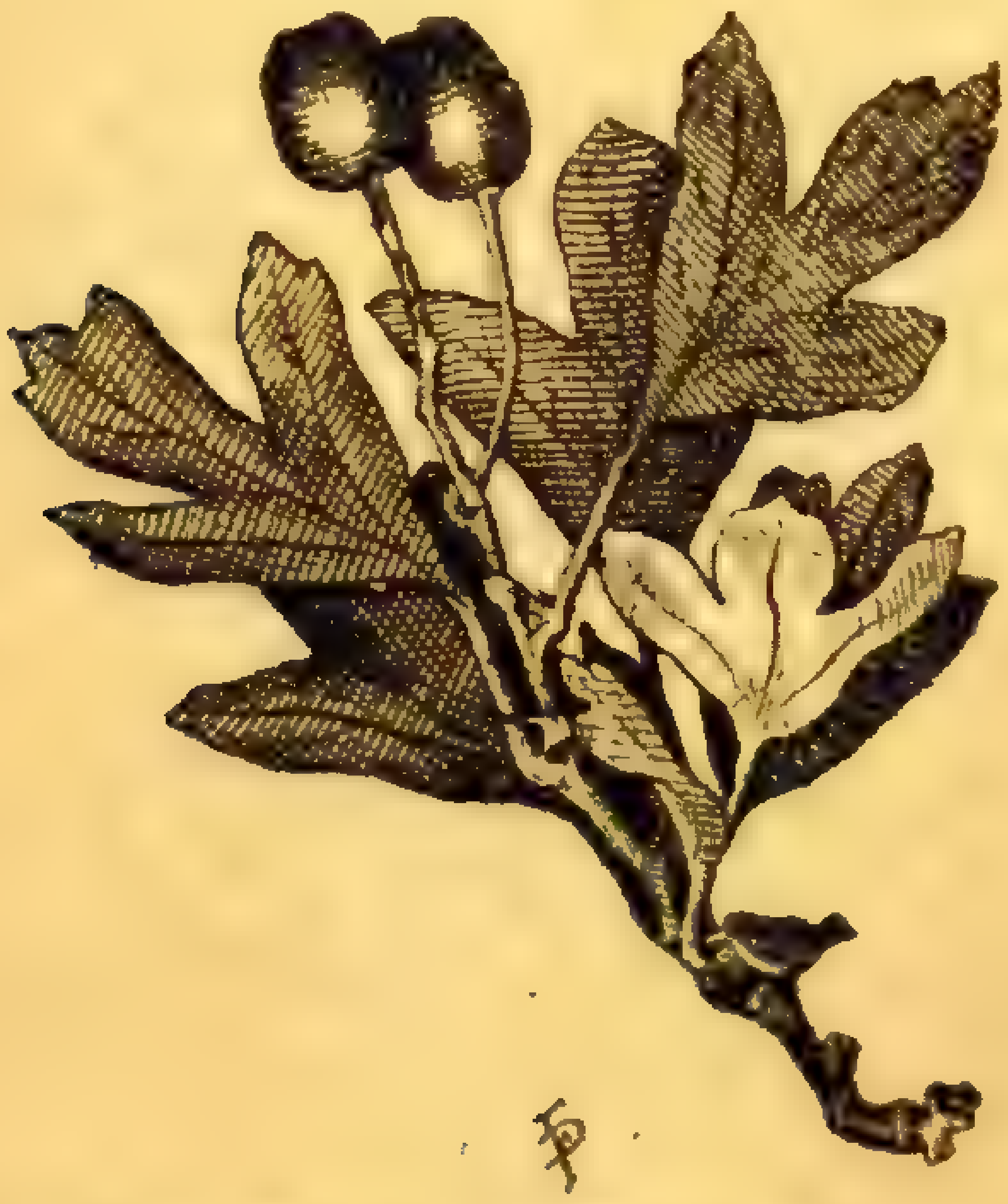


Fig. 3. — Fruits de *Cratægomespilus Bruni* à forme de fruits d'Epine blanche, à calice tombé à maturité.

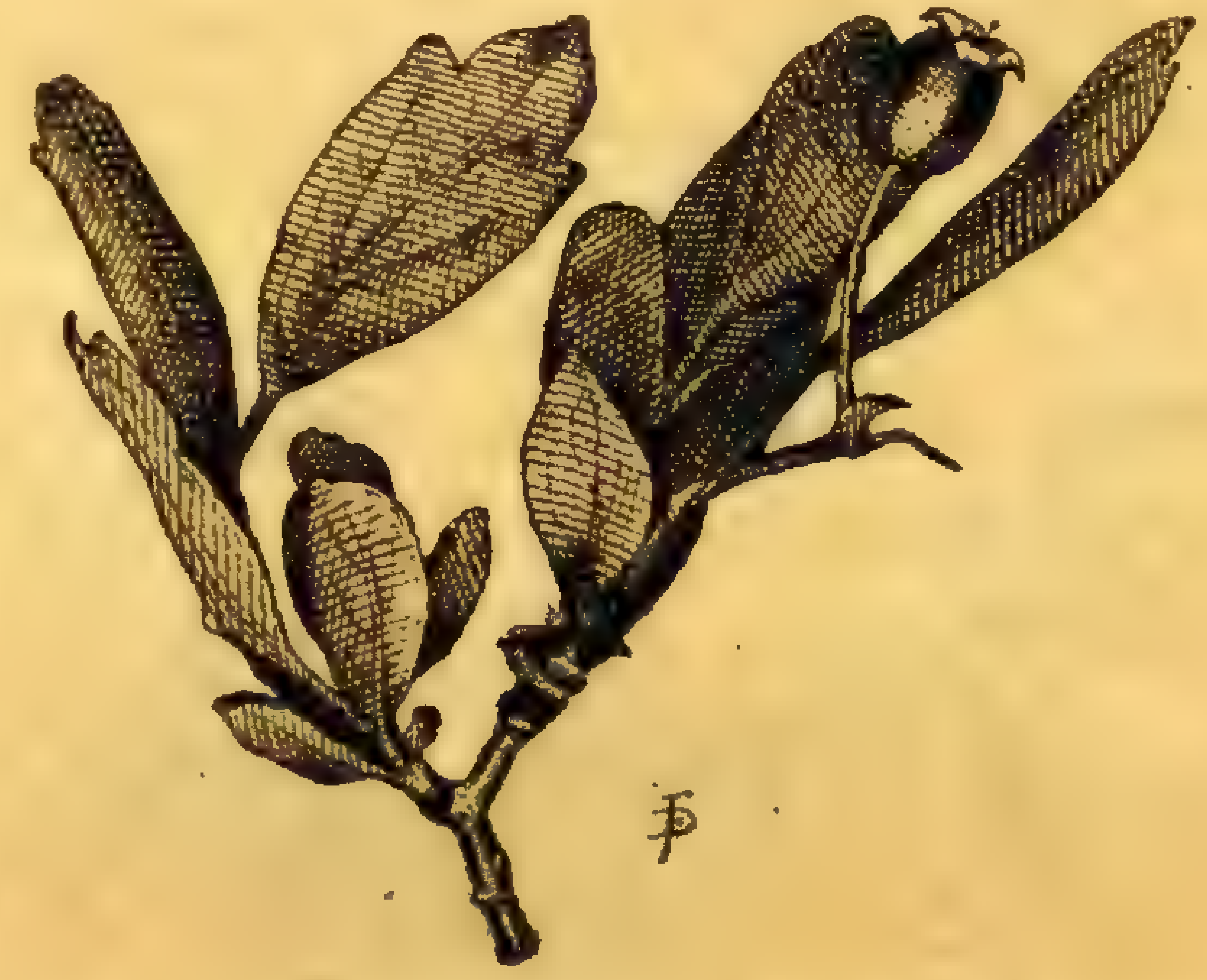


Fig. 4. — Un fruit de *Cratægomespilus Bruni* à disposition sectoriale, 4/5 nèfle, et 1/5 fruit d'Epine blanche.

En 1912, deux des greffons les plus faibles avaient disparu ; il ne restait alors que les greffons G^3 et G^5, puisque G^1 et G^2 étaient successivement morts desséchés en 1910 et 1911, et que le greffon G^4 avait été enlevé par un coup de vent en 1909. Mais l'on pouvait alors observer diverses particularités très intéressantes.

Ainsi la forme *Cratægomespilus Bruni* (r'', fig. 1) portait au milieu des rameaux hybrides quelques pousses d'Epine blanche pure, montrant ainsi qu'il peut y avoir un retour rapide à l'une des formes parentes et non la persistance complète que suppose Hans Winkler (1).

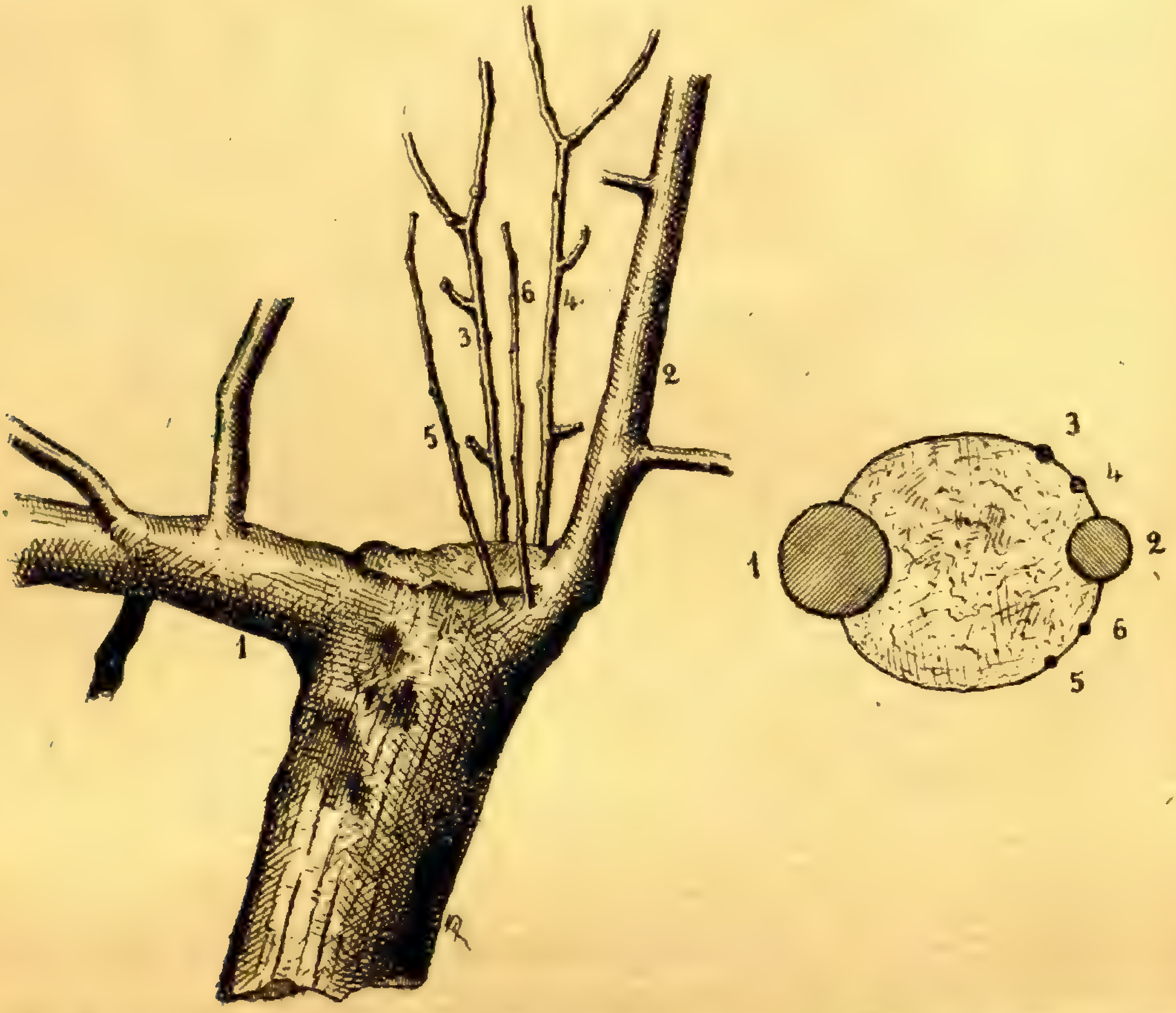


Fig. 5. — Aspect légèrement schématisé, pour montrer l'origine des rameaux du sujet n° 4 de la greffe du Néflier de Saujon en 1912 : 1, rameau primitif R ; 2, rameau apparu en 1907 ou R' de la fig. 1 précédente ; 3 et 4, pousses apparues en 1910 ; 5 et 6, pousses de 1911.

A droite, projection horizontale du bourrelet sur laquelle on voit l'origine et la place des diverses pousses avec leur grosseur relative correspondant à leur âge.

D'autre part, l'on trouvait, sur le bourrelet, quatre nouvelles pousses hybrides de *Cratægomespilus Bruni*, nées, non au voisinage de la première (R' fig. 1), mais de la pousse R, c'est-à-dire près de la branche de Néflier sauvage (3, 4, 5 et 6, fig. 5). Les deux premières (3 et 4, fig. 5) étaient apparues en 1910 et portaient des fleurs en 1912 ; les autres (5 et 6, fig. 5) étaient nées en 1911 et n'avaient pas de fleurs au moment de ma visite, mais leurs feuilles et leurs tiges velues montraient qu'elles étaient du même type que les précédents.

---

(1) La persistance des deux formes du *Cratægomespilus Dardari* n'est pas indéfinie non plus. Après quinze ans de culture dans mon jardin, la forme voisine de l'Epine blanche a donné en 1913 deux pousses d'Epine blanche pure ; la forme voisine du Néflier a donné une pousse d'Epine blanche pure et une pousse identique à la forme précédente, c'est-à-dire la forme hybride de greffe voisine de l'Aubépine. Pareils faits ont été récemment observés en Angleterre, et aux environs de

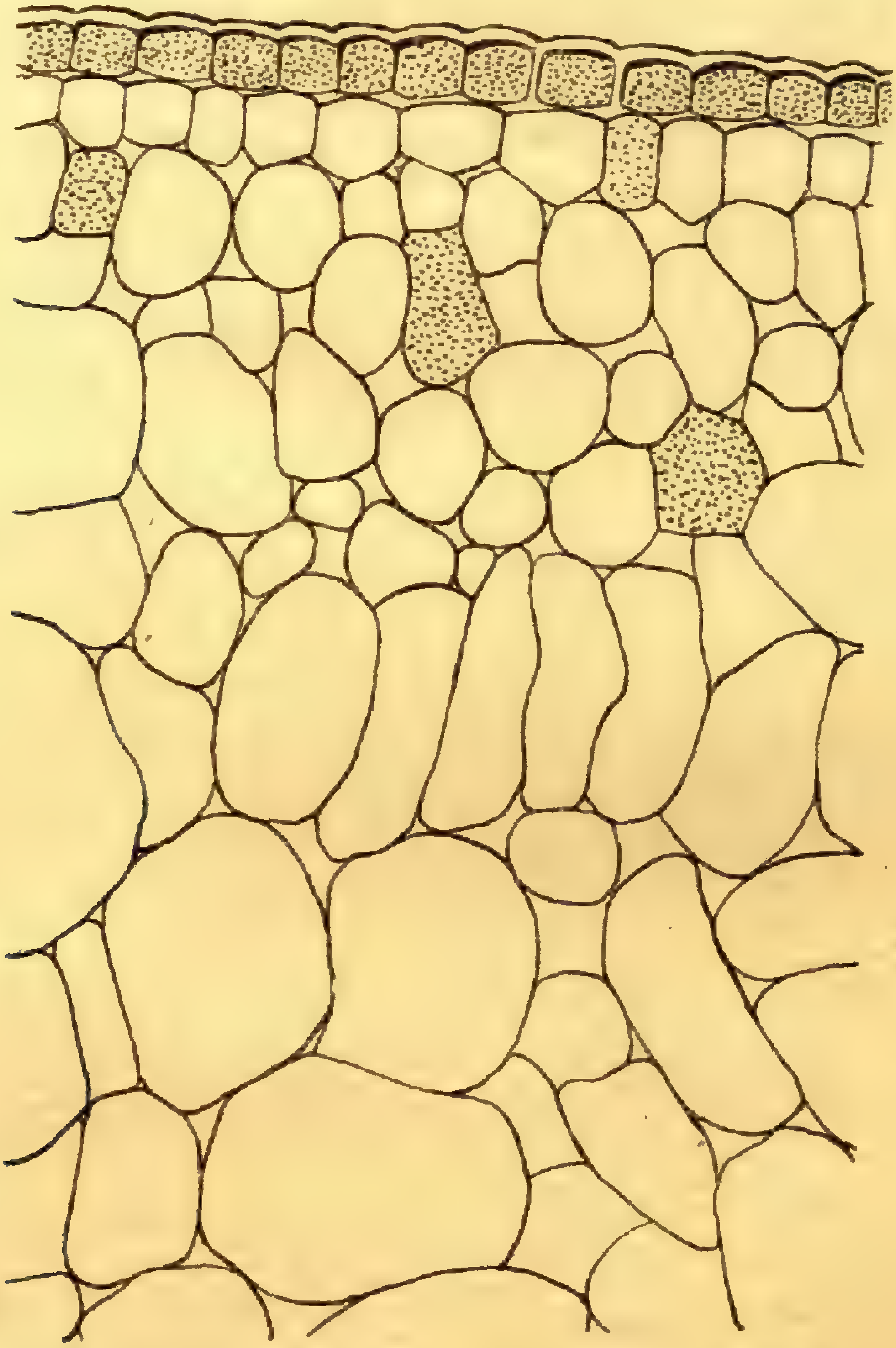


Fig. 6. — Coupe transversale de la portion extérieure du fruit mûr de l'Epine blanche. Les cellules colorées en rouge par un pigment spécial ont été pointillées. Il n'y a pas de sclérites.

Ainsi, l'on se trouvait en présence d'une persistance remar-

Paris. En outre, les bourgeons, chez les deux formes, diffèrent sur un même rameau, par la précocité et la rapidité des pousses qui n'offrent point la régularité des mêmes organes chez le Néflier ou l'Epine blanche. Cela donne aux formes de l'hybride de greffe un aspect très particulier au début du printemps. De plus, sur ce greffon, l'on peut observer au moins onze formes différentes de feuilles, bien distinctes, qui ont été groupées sur la planche 15. Ces feuilles montrent tous les passages entre le Néflier à gros fruits, le Néflier sauvage et l'Epine blanche.

quable du phénomène d'hybridation asexuelle qui s'exerçait d'une façon prolongée, mais intermittente ; non en un point unique, mais sur tout le pourtour du bourrelet (fig. 5).

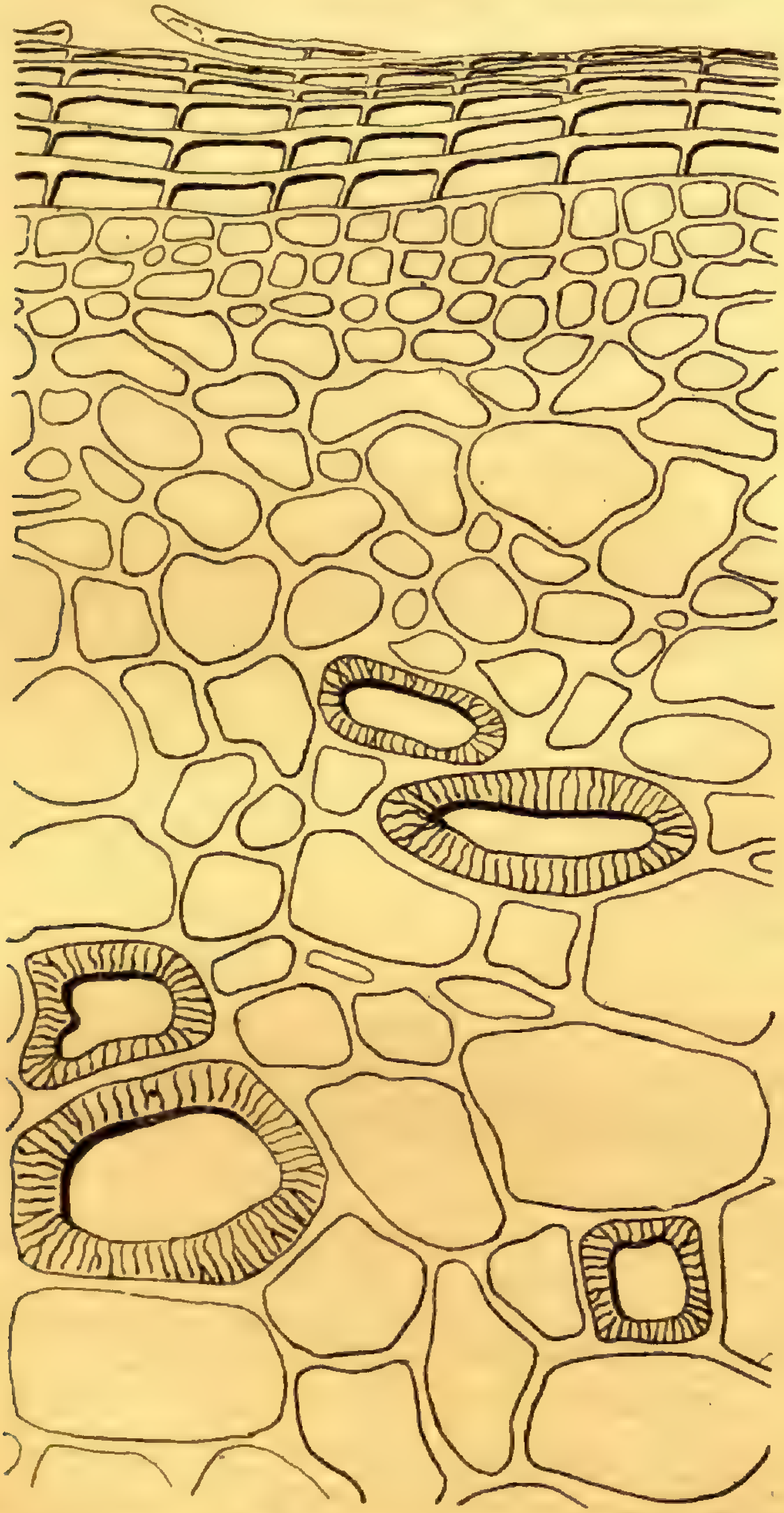


Fig. 7. — Coupe transversale de la portion extérieure du fruit mûr du Néflier normal. Il n'y a pas de pigment, mais on trouve des amas irréguliers de cellules pierreuses à lumen large en général.

Enfin, j'ai greffé en fente, en 1913, toutes les formes du Néflier de Bronvaux. J'eus la surprise de voir un greffon de *Cratægomespilus Bruni,* après avoir poussé d'abord sous sa forme typique pendant quelques semaines, faire progressivement retour à l'Epine blanche. Mais ce retour rapide ne fut pas absolument complet. Tiges et feuilles étaient d'un vert pâle spécial, qui les distinguait nettement du type normal des *Cratægus* témoins. La forme des feuilles était

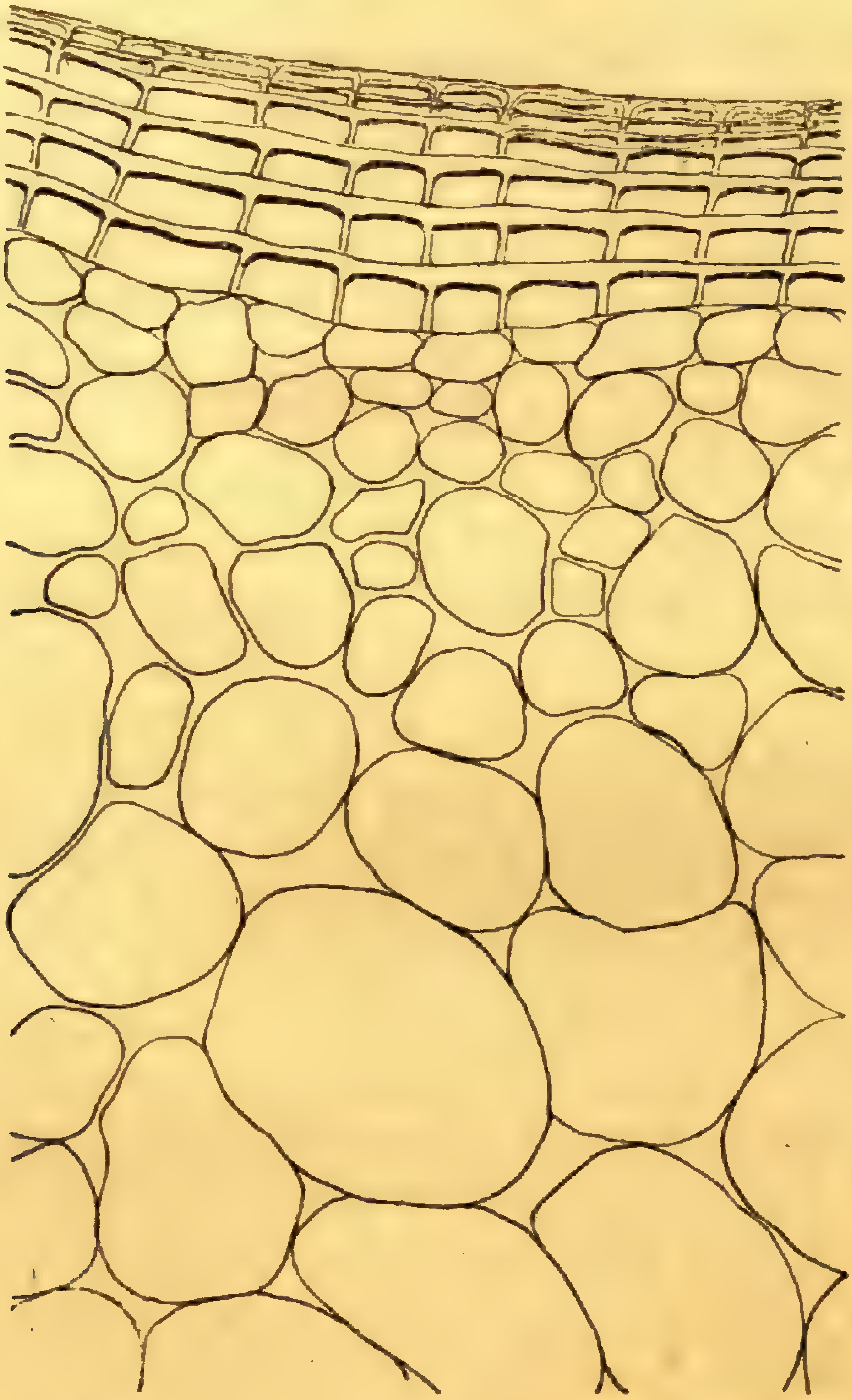


Fig. 8. — Coupe transversale de la portion extérieure du fruit du Néflier de Bronvaux, forme voisine de l'Epine blanche. Dans cette coupe, il n'y a pas de pigment, mais il y en a parfois dans d'autres. Le liège rappelle celui du Néflier, mais la chair n'a pas de sclérites ou n'en a qu'à titre exceptionnel.

également un peu différente. Chose curieuse, les trois bourgeons situés sur le greffon se comportèrent de la même façon, ce qui exclut la possibilité d'un retour normal aux formes parentes, car, quand celui-ci s'effectue, il porte sur un bourgeon isolé et non sur trois bourgeons successifs d'un même rameau.

(A suivre).

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DU GRAND BASSIN AMÉRICAIN (1)

par M. Paul MONNET.

III

LE DÉSERT DE GILA

Situé au Sud-Ouest de l'Arizona, le désert de Gila est une grande étendue plate de graviers arides, bordée à l'ouest par le Colorado et traversée par un des affluents de droite de ce grand fleuve, le Rio Gila. Une série de montagnes parallèles ayant de 500 à 1.000 mètres d'altitude coupent le désert du N-O au S-E. Pendant mon voyage, il me fut possible de parcourir parmi celles-ci les Castle Dome, Intermediate et Eagle Tail Ranges au nord de la Gila et la Sierra de la Gila au sud de la rivière (Voir la carte).

Le sol du désert est généralement constitué par des graviers agglomérés excessivement durs, formant de longues ondulations dénudées, séparées par les lits desséchés des torrents. Une végétation spéciale existe dans les arroyos, où un sable très fin est déposé par les eaux courantes.

Les montagnes sont toutes fantastiquement érodées par l'action des agents météoriques que nulle végétation ne tempère. Les rochers mis ainsi à nu ont des formes arrondies ou déchiquetées, rappelant des ruines de tours ou de créneaux. (Planche 12, en haut).

Les torrents et les trombes d'eau se creusent dans la roche à vif des lits encaissés, encombrés de toute part de blocs arrachés aux flancs de la montagne. Ce sont les canyons, les seules routes du désert. Leur sol, comme celui des arroyos, est formé de sables très purs et une abondante végétation s'y rencontre généralement.

---

(1) Voir Contributions, etc. — I. « Une excursion botanique dans le Nord-Est de la Californie » *(Bull. Soc. bot.* Vol. XIII, IVe série, 1913.). II. « Plantes du Sud-Ouest du Nevada » *(Bull. Soc. bot.*, Vol. XIV, IVe série, 1914).

Les vallées du Colorado et de la Gila s'élargissent beaucoup vers leur embouchure; ces rivières, si resserrées dans la partie supérieure de leur cours, étalent ici une masse d'eau considérable en méandres innombrables. Les terres qu'elles arrosent périodiquement à l'époque des crues d'été sont très fertiles et elles supportent une forêt luxuriante.

Enfin, au sud de la Gila River, existe un désert de sable entrecoupé de hautes dunes mouvantes et où la végétation n'est formée que de quelques buissons spéciaux.

On peut donc distinguer dans le désert de Gila quatre formations différentes : — La forêt à galerie des terres riveraines du Colorado et de la Gila ; les déserts de gravier ; la zone des montagnes et les déserts de sable mobile.

Ajoutons que toute cette région présente un climat sec et chaud avec une alternance de saisons tropicales. Les pluies, venues du golfe de Californie, durent de décembre à avril, la saison sèche s'étendant sur le reste de l'année. Aux changements de saison, les tempêtes de sable sont fréquentes. Le tableau suivant résume les données météorologiques que l'on possède actuellement sur le désert de Gila :

Yuma, Yuma County, Arizona.

D'après le service climatologique du Département de l'Agriculture des Etats-Unis. Observations faites sur une période de 32 ans.

MOIS	TEMP. MOY. DEG. CENT.	PLUIES CMS.	INSOLATION S_2	S_1	S_0
Janvier	10°1	0.28	29	1	1
Février	13°8	0.33	21	4	3
Mars	16°2	0.30	30	1	0
Avril	21°0	0.28	29	1	0
Mai	27°5	0 »	30	0	0
Juin	25°0	0 »	30	1	0
Juillet	31°0	0.24	27	4	0
Août	32°0	0.67	24	6	1
Septembre	29°	0.38	30	0	0
Octobre	22°8	0.45	30	1	0
Novembre	17°	0.76	25	3	2
Décembre	12°6	0.98	28	2	1

La forêt à galerie.

La vallée du Colorado et celle de la Gila offrent dans leur partie inférieure une étendue considérable de terres humides, périodiquement inondées à l'époque des crues, c'est-à-dire pendant la saison sèche, vers le mois de juin ou de juillet. Ces terres, dont le sol est imprégné de sels haloïdes, forment une bande de 4 à 5 kilom. de large de chaque côté de la rivière. Elles sont recouvertes d'une épaisse forêt de Peupliers *(Populus Fremonti* var. *Wislizeni)* et de Saules, dont le sous-bois, presque partout impénétrable, est formé uniquement de deux Composées buissonnantes atteignant deux à trois mètres de haut : — l'une, à fleurs blanches et à feuilles de Saule, est un *Baccharis*, *B. viminea*, connu des mexicains sous le nom de « Guatemote » ; l'autre, à fleurs violettes, est un *Pluchea*, *P. sericea*, que les mexicains emploient beaucoup comme émollient sous le nom de « Cochanille ».

En bordure de la rivière, la forêt se termine abruptement, les rives sablonneuses étant généralement à pic et profondément entaillées. La manière rapide dont ces rives se détruisent est d'ailleurs très visible : — Quand on suit le Colorado, on peut entendre très fréquemment le bruit sourd que font en tombant de grandes masses de terre chargées d'arbres ou d'arbustes, qu'entraîne le courant rapide du fleuve.

Par endroits, le sol devient trop salé pour porter une végétation arborescente. De grandes étendues presque vides sont ainsi recouvertes d'une neige alcaline du plus curieux effet où seuls des *Pluchea* et des *Baccharis* clairsemés réussissent à se maintenir. Ailleurs, par exemple aux tournants du fleuve où le courant se trouve diminué, des plages de sable fin se forment, aussitôt envahies par des Héliotropes à fleurs blanches *(H. curassavicum)*. Parfois aussi on rencontre tout au bord de l'eau des bosquets de Tabacs en arbre de l'Amérique du Sud *(N. glauca)*.

En retrait de cette première ceinture forestière, sur les terrains que les inondations n'atteignent plus mais où l'eau du fleuve entretient une humidité considérable, existe une brousse à Légumineuses. Des Mezquites *(Prosopis juliiflora)* (Planche 10 en haut), et des Screwbeans *(P. pubescens)* souvent de grandes dimensions, se trouvent réunis en forêts très sèches sans sous-bois. Ces deux arbres, dont le fruit comestible est abondamment consommé par les mexicains et les Peaux-rouges, sont à feuilles caduques, ainsi d'ailleurs que les Peupliers. Pendant la saison des pluies, époque de sécheresse pour la forêt à galerie, les rivières étant alors à leur point le plus bas, on a un paysage d'hiver et le sol est jonché de feuilles mortes. Screw-beans et Mezquites fleurissent en avril-mai, leurs fruits mûrs persistant sur les arbres jusqu'à la fin de la saison des pluies.

Très souvent, la forêt à Mezquite fait place à une brousse véritable envahie par des Chénopodiacées *(Atriplex, Suæda,* etc), quelques arbres seulement formant îlots au milieu du scrub. Parfois aussi, de grandes étendues de terres salées sont uniquement recouvertes de buissons halophytes à rameaux charnus *(Spirostachys occidentalis)*, tandis que les dunes ou les cuvettes sablonneuses qui subsistent au milieu de cette végétation sont occupées par des Mezquites buissonnants (Planche 10, en bas). Enfin, tout à fait en dehors de la forêt, des Palo-Verde se mêlent aux Mezquites et les dunes de gravier viennent cesser brusquement en bordure du scrub.

Les déserts de gravier.

Les déserts de gravier offrent deux types de végétation bien distincts suivant que l'on considère les arroyos ou les dunes.

Le sol des arroyos, formé de sable fin, conserve toujours une certaine humidité à une faible profondeur; aussi la végétation y est-elle très abondante. Les arbres les plus communs sont les deux Palo-Verde *(Parkinsonia microphylla* et *P. Torreyana)* et le Palo Ferro, ainsi appelé par suite de la dureté de son bois dont la densité est très élevée *(Olneya Tesota)* (Planche 11, en haut). Les deux Palo-Verde ont des tiges junciformes qui remplacent en grande partie les feuilles très réduites et toujours tombées pendant la saison sèche. Leur écorce vert d'herbe est parfaitement lisse, même sur les troncs les plus gros. Les ramifications des Palo-Verde sont très fines, donnant à l'arbre une allure vaporeuse particulière qui lui a valu parfois le nom de « smoke tree » ou Arbre-fumée. Bien que n'ayant aucune application spéciale, le Palo-Verde est un des arbres les plus utiles du désert, car il fournit aux ânes qui servent au transport des voyageurs une nourriture abondante qu'il serait sans cela impossible de se procurer.

Parmi la végétation arborescente des arroyos doit figurer le

Cierge géant de l'Arizona *(Carnegiea Gigantea)*. Ce grand Cactus atteint facilement 8 à 10 mètres de haut. Peu ramifié, il présente parfois une couronne de branches courtes insérées vers le tiers supérieur de la plante (Planche 11, en bas et Planche 12, en haut). Sa base lignifiée est mise à nu par les vents, et lorsqu'un pied meurt, les fibres qui existent dans la tige subsistent intactes très longtemps. Les Cierges ont une forme en fuseau, la région ramifiée étant la plus épaisse et ayant chez les gros spécimens plus d'un mètre de tour. Ils sont très souvent habités par une petite Chouette qui se creuse un nid dans la masse même du Cactus, nullement incommodé par son curieux parasite.

Le plus répandu des arbustes des arroyos est une Mimosée à fleurs jaunes, *Acacia Greggii*, à laquelle ses épines recourbées ont valu le nom mexicain de « Unca de Gato », ongle de chat. Puis viennent divers arbustes spinescents à feuilles épaisses et à fleurs aromatiques, *Lycium* sp., dont une espèce au moins a des fruits rouges comestibles, le « Cuaberi » des mexicains, et un grand arbrisseau à feuilles coriaces, *Simmondsia californica*, dont le fruit grillé est consommé sous le nom de « Jojobi ».

La végétation herbacée est peu importante si l'on ne tient pas compte de la flore vernale, jusqu'ici très peu connue. L'une des espèces les plus curieuses et les plus caractéristiques parmi les plantes vivaces est la gourde sauvage *(Cucurbita perennis)*, dont les tiges vertes et fragiles sont annuelles et qui ne s'épanouit pendant la saison sèche que grâce à l'abondante réserve d'eau de ses tubercules. A l'époque de mon voyage dans le désert, le sol des arroyos était encombré de toute part par les fruits desséchés de cette gourde, la « Calabazilla » des mexicains, qui l'apprécient comme purgatif et fébrifuge et l'utilisent dans la préparation d'un grand nombre de remèdes. Une autre plante vivace également très intéressante est une Acanthacée à larges fleurs rouges ornementales, *Beloperone californica*. Ligneuse à la base, elle porte de longs rameaux aphylles légèrement pubescents. Elle est très fréquente vers le sommet des arroyos, où elle est souvent envahie par une Asclépiadacée grimpante à fleurs rosées, *Sarcostemma heterophylla*. Ajoutons enfin qu'une haute Graminée à tiges rigides forme parfois de vrais pâturages loin de toute eau de surface. C'est le « Galleta » *(Pleuraphis rigida)*, très utilisé comme fourrage par les mexicains.

Sur les dunes de gravier durci qui séparent les arroyos pousse une végétation très réduite. Aucun arbre ne s'y rencontre, si ce n'est quelques pieds de Cierges géants. Le plus répandu des arbustes est l'Ocotilla *(Fouqieria splendens)* qui paraît affectionner spécialement cette station très aride. Ses longues branches rigides, portées par une tige souterraine très épaisse et munies de fortes épines recourbées, étaient, à l'époque de mon voyage, recouvertes de feuilles rouges ou vertes suivant leur âge. Ce feuillage caduc disparaît complètement pendant la saison sèche. A l'époque de la floraison, les longues grappes de fleurs écarlates font de l'Ocotilla une belle plante d'ornement qui mériterait d'être cultivée dans le sud de la France ou dans nos possessions de l'Afrique du nord. Les branches de l'Ocotilla perdent en se desséchant leur écorce et leurs épines, qui ne sont d'ailleurs qu'une modification sénile des feuilles. Elles fournissent alors de longues baguettes d'un bois léger et cassant qui brûle avec une flamme très brillante et que les indigènes utilisent pour recouvrir les cabanes ou faire des clôtures.

Presque aussi fréquent que l'Ocotilla, qu'il accompagne, le « Creosote Brush », *Larrea glutinosa* se rencontre toujours sur les dunes de gravier mêlé aux « Chollas » *(O. Bigelovii),* un Opuntia dont les rameaux se détachent très facilement, encombrant le sol et occasionnant parfois de douloureuses blessures aux hommes et aux animaux. Seuls, les rats du désert ne sont nullement incommodés par les épines empoisonnées des Chollas dont ils utilisent les articles pour remplir leurs nids. Dans les parties les plus arides des dunes, là où le sol est noirci par la lave, de grandes étendues de terrain ne montrent comme végétation que des Chollas, disposés en cercles rappelant les « ronds des fées » que forment dans notre pays certaines espèces de champignons.

Les montagnes.

L'altitude des montagnes du désert de Gila n'est nulle part assez grande pour influencer le climat d'une manière notable. Aussi la flore des montagnes est-elle voisine de celle des déserts de gravier. Les espèces les plus caractéristiques sont les Cierges géants, les *Larrea*, les *Encelia*, les Ocotillas, les Chollas, etc. Les arbres font complètement défaut et les plantes spéciales sont rares. Parmi les plus intéressantes, les diverses espèces d'Agaves méritent une mention particulière par suite de leur importance économique. La racine, grillée, puis broyée, est employée par les indiens comme farine, tandis que la partie charnue des feuilles sert à la préparation d'une boisson alcoolique mexicaine et indienne, le « mescal ». Quelques Cactées sont également limitées aux montagnes. Citons : *Mammilaria phellosperma*, à fruits comestibles connus sous le nom de « fraises des Cactus » ; *M. Grahami; Opuntia tessellata; Cereus Engelmanni*, etc.

Les canyons ne sont que la continuation des arroyos et, comme eux, possèdent une végétation arborescente. Vers leur sommet se rencontrent des buissons particuliers, tels que des Composées variées ; un *Asclepias* aphylle, *A. subulata;* une Rhamnacée fortement aromatique et glanduleuse, *Karwinskia Humboldtiana,* etc. Ici pousse aussi en abondance un très bel *Encelia* à feuilles argentées, *E. farinosa* (Planche 12, en bas).

Parfois se rencontrent dans les rochers des canyons des cuvettes creusées par les tourbillons d'eau des torrents. Généralement remplies de sable qui conserve une humidité considérable, ces cuvettes sont occupées par des végétaux bisannuels ou vivaces peu protégés contre la sécheresse ou même franchement hygrophylles. Telles sont diverses espèces d'Œnothères, de *Phacelia*, de Lupin, de Plantain, etc.

Les déserts de sable.

Au sud de la Gila existent de véritables dunes mobiles de sable fin atteignant souvent de 15 à 30 mètres de haút. Leur végétation, très uniforme, est formée presque uniquement de Meszquites, de *Larrea* et d'un *Franseria.*

Les Mezquites envahissent surtout les dunes les plus petites et les plus facilement mobiles. Réduits à l'état de buissons, avec leurs tiges enfouies profondément dans le sable qu'accumulent les tempêtes, ils sont les derniers habitants du désert.

Les *Larrea* n'existent que sur les dunes fixes, où des milliers de pieds, distants l'un de l'autre de plusieurs mètres et mêlés seulement de buissons de *Franseria dummosa,* occupent d'immenses étendues. Cette dernière plante, que les mexicains appellent « Chamizo de Burro » est une excellente nourriture pour les ânes et les mules.

A l'ombre des Mezquites et des *Larrea* pousse généralement une flore vernale spéciale qui paraît surtout formée de Crucifères. Parmi les espèces vivaces, un petit *Abronia* à fleurs roses très aromatiques et à feuilles charnues est assez commun. Ses tiges et ses feuilles visqueuses sont souvent recouvertes d'une couche de sable qui sans doute les protège contre une trop forte réverbération solaire.

Les Cactées sont très rares dans le sable fin. Seuls *Cereus Engelmanni* et un petit *Opuntia* à rameaux minces comme des baguettes et à longues épines acérées se rencontrent quelquefois à demi enfouis dans les dunes les plus petites.

Tels sont, rapidement résumés, les caractères botaniques du désert de Gila. Comme on a pu s'en rendre compte, le voyageur, dans cette partie de l'Arizona, est surtout frappé par la richesse de la végétation et par la présence d'une flore arborescente abondante. Ces faits sont d'autant plus remarquables que la partie sud du Grand Bassin est l'une des régions les plus sèches du globe.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 9. — Carte du désert de Gila, d'après les relevés de l'auteur.

PLANCHE 10. — En haut : Un grand spécimen de Mezquite, dans la brousse au sud de la Gila River.

En bas : Terres recouvertes de *Spirostachys occidentalis*. A l'arrière-plan, dunes du désert de sable. Rive sud de la Gila.

PLANCHE 11. — En haut : Un Palo-Verde et un Palo-Ferro, dans un arroyo.

En bas : Deux spécimens de Cierge géant. Le plus grand montre deux nids de Chouette naine. A l'arrière-plan, un Palo-Ferro et, tout au fond, Eagle Tail Range.

PLANCHE 12. — En haut : Désert de gravier, avec Cierges dans les arroyos et *Larrea* sur les dunes. Au fond, Thumb Butte.

En bas : Le haut d'un canyon, à Castle Dome Range. Palo-Verde, Cierge et *Encelia*.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

P. C. Van der Wolk. — **Researches concerning geocarpy.** *(Publications sur la Physiologie végétale.* II. *Buitenzorg-Java).*

La formation de fruits souterrains est loin d'être favorable à la dispersion des graines qui est cependant manifeste dans le règne végétal. La géocarpie a-t-elle une plus profonde signification pour la plante? D'autres facteurs qui n'ont rien à voir avec la plantation du fruit peuvent-ils être la cause de ce phénomène? L'auteur s'est efforcé de répondre à ces questions.

I. — *Arachis hypogea.* Après la fécondation le réceptacle commence à s'allonger suivant un géotropisme positif et par suite de son épaississement, la forme de l'ovaire s'efface : on a un organe cylindrique, allongé, à l'extrémité duquel se trouve l'ovaire; cet organe s'enfonce davantage en terre et peut atteindre une longueur remarquable ; l'extrémité se courbe alors horizontalement et commence à grossir : le fruit se forme ; la gousse avec les graines reste enfermée dans le réceptacle et le fruit appelé Arachis est un véritable rhizome.

Van der Wolk étudie ensuite les conditions de formation de ce fruit. Il a fait de nombreuses expériences lui permettant de conclure que la fructification de l'*Arachis* est due exclusivement à l'action des substances chimiques qui se trouvent dans le sol. C'est là un fait de nutrition.

II. — *Voandzeia subterranea.* Le *Voandzeia* possède une tige rampante portant des feuilles dressées de l'aisselle desquelles partent 2 sortes de tiges : 1° des tiges rampantes ; 2° des tiges qui s'enfoncent perpendiculairement dans le sol et ont une croissance limitée (3-4 cm). A l'extrémité de ces tiges vont se développer les fleurs. Le pédoncule floral est d'abord recourbé pour protéger la fleur cléistogame. Après la fécondation il se courbe suivant un géotropisme positif, et lorsque le fruit a atteint environ 1 mm. de diamètre, il se recourbe à nouveau jusqu'à être horizontal. Le fruit possède comme dans l'*Arachis* uue structure de rhizome, mais c'est un véritable fruit dont la position dans le sol est déterminée uniquement par la tige fertile qui s'enfonce en terre, le pédoncule floral étant excessivement court.

On peut trouver à la périphérie de la plante des fleurs non souterraines (fait dû à la faible longueur des tiges fertiles) : ces fleurs s'ouvrent et les fruits formés à la surface du sol sont de qualité inférieure.

Les substances chimiques du sol sont une condition *sine qua non* au parfait développement du fruit.

Robert Douin

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Le 28 Juin dernier a eu lieu, au *Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau,* la fête du vingt-cinquième anniversaire de la fondation par M. Gaston Bonnier de ce Laboratoire et de la *Revue générale de Botanique.*

La cérémonie était présidée par M. Liard, Vice-Recteur de l'Académie de Paris, ayant à ses côtés M. Bayet, Directeur de l'Enseignement supérieur, M. Appell, Doyen de la Faculté des Sciences, M. Berthault, Directeur de l'Enseignement agricole, M. Tisserand, Directeur honoraire de l'Agriculture.

Des allocutions ont été prononcées par M. Dufour, Directeur-adjoint du Laboratoire ; M. Molliard, Professeur à la Sorbonne ; M. Matruchot, Professeur à la Sorbonne; M. Liard, qui, au nom du Comité d'organisation, a remis à M. Gaston Bonnier un volume constitué par des Mémoires scientifiques, écrits à son intention par les Botanistes qui ont été les hôtes du Laboratoire de Fontainebleau ou les collaborateurs de la *Revue générale de Botanique*; M. Petit, Vice-Président de la Société des Agriculteurs de France, qui, au nom de cette Société, a offert une Médaille d'or à M. Bonnier.

M. Gaston Bonnier a chaleureusement remercié ses élèves, ses collaborateurs et ses amis qui s'étaient unis dans cette cordiale manifestation de sympathie.

⁂

Un prix a été fondé à la Faculté des Sciences de Paris pour la Physiologie végétale par M. de Rufz de Lavison en mémoire de son fils, jeune physiologiste de grand avenir qui a péri dans un accident de montagne au glacier des Etançons, près de l'Aiguille de la Meije, en Dauphiné. Ce prix, décerné pour la première fois en 1914, vient d'être attribué, à l'unanimité, à M. Raoul Combes pour ses recherches sur les anthocyanes,

* * *

On annonce la mort, à l'âge de 78 ans, du Professeur Lieben, de l'Université de Vienne. Indépendamment de ses beaux travaux de Chimie organique, Lieben est le premier savant qui ait émis, en s'appuyant sur de nombreuses observations, l'hypothèse du panspermisme interastral, développée ensuite par Helmoltz, Lord Kelvin et Arrhénius.

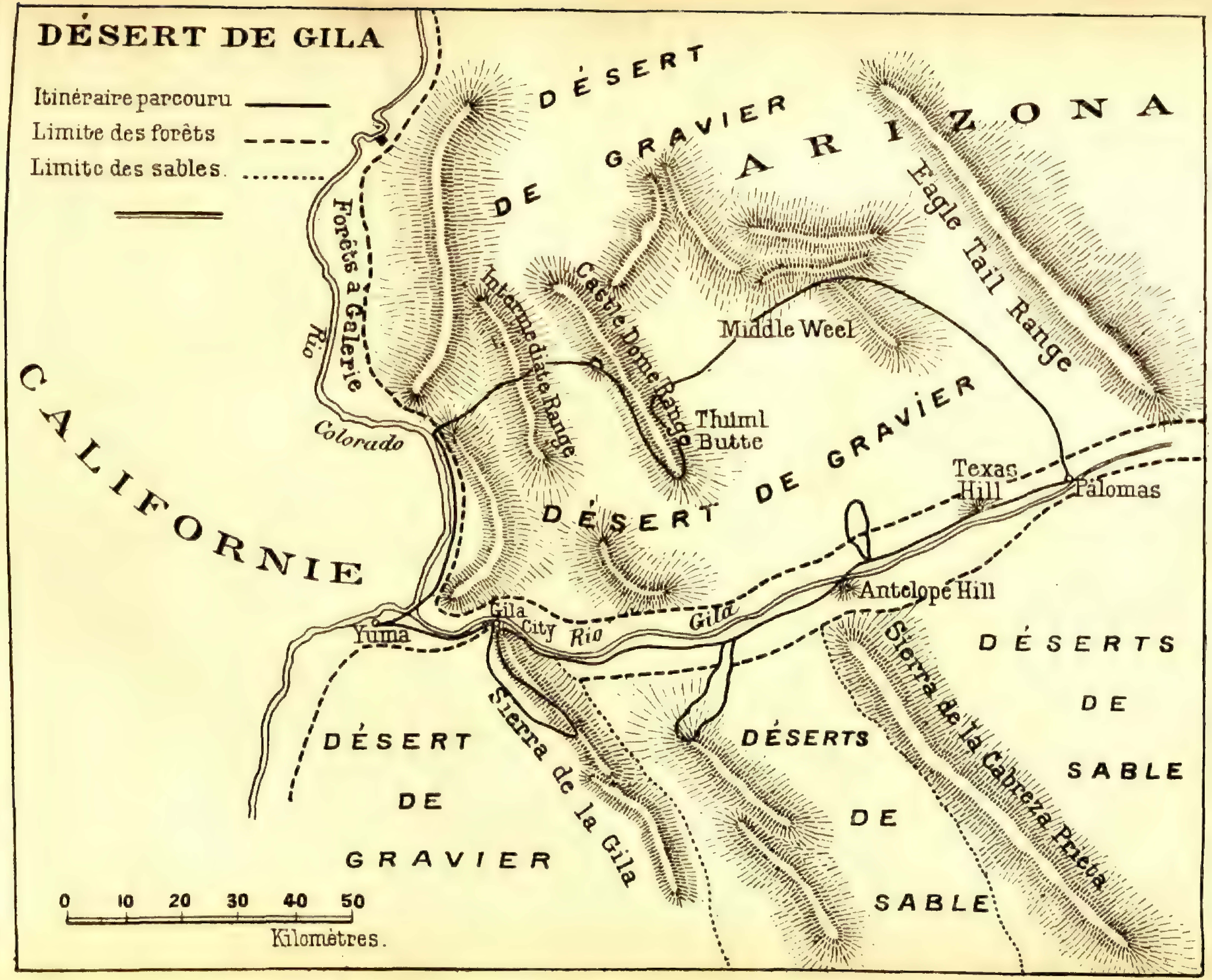
* * *

Un emploi de Préparateur chargé des herborisations vient d'être créé à l'Université de Bordeaux.

* * *

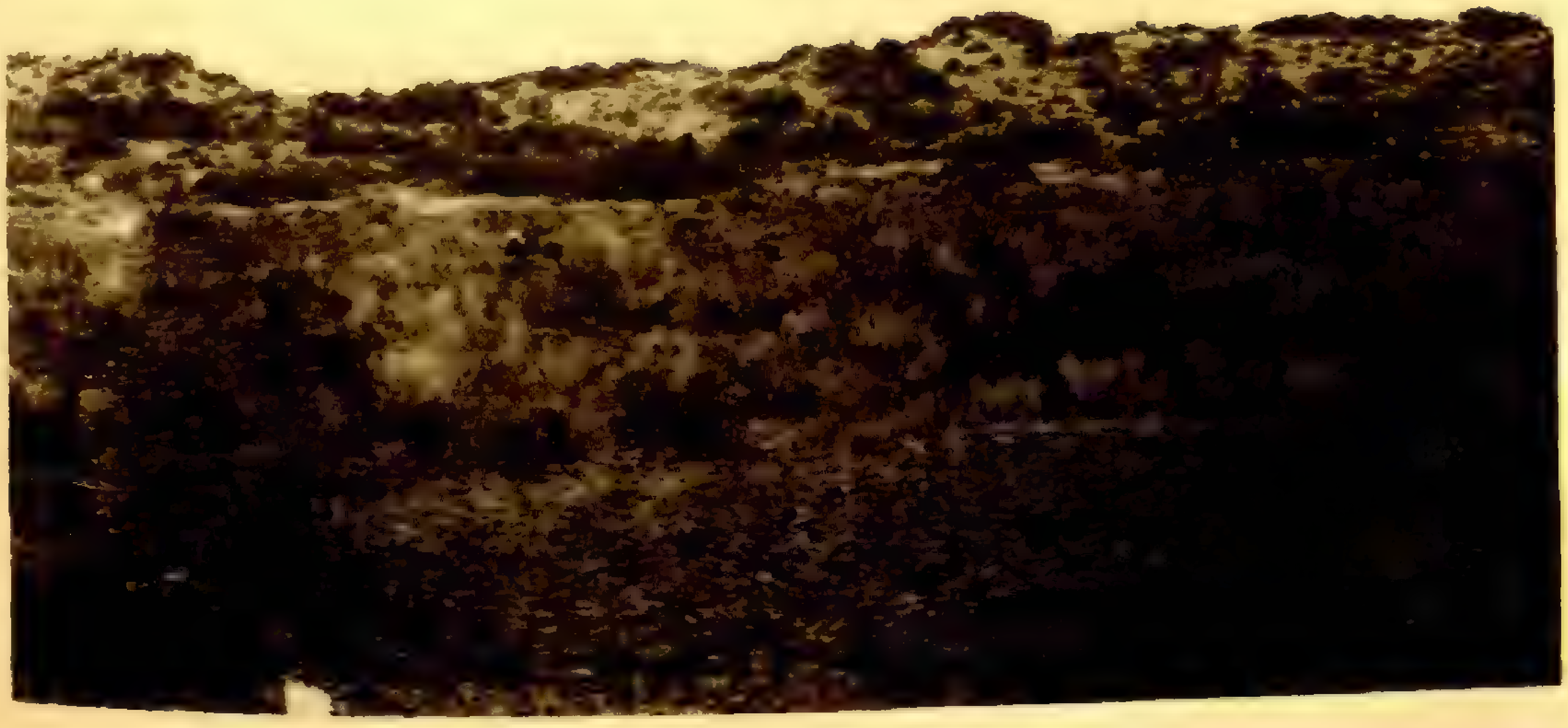
Un récent décret organise à nouveau le Jardin d'essai d'Alger. Ce jardin sera désormais, non seulement un terrain consacré à l'acclimatation, mais un jardin scientifique et un centre d'études de Biologie végétale. Le Conseil de surveillance, institué auprès du jardin, comprend le Professeur de Botanique de la Faculté des Sciences, les Directeurs des services de Botanique et aussi de l'Institut Pasteur d'Alger, les chefs des Services agricoles et forestiers ainsi qu'un délégué de la Société d'Horticulture d'Algérie.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.


DÉSERT DE GILA
Itinéraire parcouru
Limite des forêts
Limite des sables
DÉSERT DE GRAVIER
ARIZONA
CALIFORNIE
Eagle Tail Range
Forêts à Galerie
Rio Colorado
Intermédiate Range
Castle Dome Range
Middle Weel
Thiml Butte
DÉSERT DE GRAVIER
Texas Hill
Palomas
Antelope Hill
Gila City
Yuma
Rio Gila
DÉSERTS DE SABLE
Sierra de la Cabreza Prieta
DÉSERTS DE SABLE
Sierra de la Gila
DÉSERT DE GRAVIER
0 10 20 30 40 50
Kilomètres.

Carte du Désert de Gila.

A. Rouée del.
Bertin et Cie sc.



MONNET, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Flore du Désert de Gila. - I.

MONNET, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Flore du Désert de Gila. - II.

MONNET, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Flore du Désert de Gila. - III.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences

FOCKEU, prof. à l'Université de Lille.

FRIEDEL (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

GAIN, professeur à l'Université de Nancy.

GALLAUD, docteur ès siences.

GATIN, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

COLDBERG, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

GUIGNARD, membre de l'Académie des Sciences.

GUILLAUMIN, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

GUILLIERMOND, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

HÉRISSEY, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

HERVIER (l'abbé Joseph).

HICKEL, inspecteur des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

HOUARD, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur au Polytechnicum de Zurich.

JACOB DE CORDEMOY (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JONKMAN, de l'Université d'Utrecht.

JUMELLE, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-ROSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

KÖVESSI, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

LAGERHEIM (de), profes. de l'Université de Stockholm.

LAURENT, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

LECLERC DU SABLON, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

LEFÈVRE (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

LESAGE, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUBIMENKO, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

MACMILLAN (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, profes. à l'Univ. de Besançon.

MAIGE, prof. à l'Université de Poitiers.

MATRUCHOT, professeur à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

MIRANDE, professeur à l'Université de Grenoble.

MOLLIARD, professeur à la Sorbonne.

NICOLAS, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

PALLADINE, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

PAULSEN (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

POSTERNAK, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

POULSEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

PRIANICHNIKOV, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

PRILLIEUX, membre de l'Académie des Sciences.

PRUNET, prof. à l'Univ. de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RAY, maître de conférences à l'Université de Lyon.

RAYBAUD, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

RICHTER (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

RICÔME, maître de conférences à l'Université de Lille.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

TEODORESCO, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

THOUVENIN, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

TRABUT, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

TSWETT, de l'Université de Varsovie.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VIALA, prof. à l'Institut agronomique.

VIGUIER, maître de conférences à la Sorbonne.

VRIES (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

ZEILLER, membre de l'Académie des Sciences.

Imp. Nemourienne, HENRI BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SIXIÈME

Livraison du 15 Décembre 1914

Nos 309, 310, 311, 312

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1914

AVIS. — Cette livraison renferme la couverture du volume de 1914.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1915 en envoyant, avant le 30 Juillet 1915, la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger) à M. l'Administrateur de la *Librairie générale de l'Enseignement*, 1, rue Dante, Paris (5e). *Si cette somme n'a pas été reçue le 15 Août*, l'Editeur fera présenter une quittance par la poste. Les abonnements sont payables d'avance.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1914

I. — L'ŒUVRE DE PHILIPPE VAN TIEGHEM, par **M. Gaston Bonnier** 353

II. — NOTE SUR LES BASIDIOMYCÈTES DE LA FORÊT DE FONTAINEBLEAU, par **M. Léon Dufour** 443

III. — MODIFICATIONS SEXUELLES CHEZ LE *PICEA MORINDA*, par **M. Marin MOLLIARD**. 454

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 458

V. — **TABLES DU TOME 26** 459

Cette livraison renferme le portrait de Philippe van Tieghem.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LA PHOTOGRAPHIE
DES COULEURS
AVEC LES PLAQUES
AUTOCHROMES
LUMIÈRE

est plus simple et plus facile
que la Photographie ordinaire

REPRODUCTION EXACTE DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Catalogue franco sur demande adressée aux
Établissements LUMIÈRE & JOUGLA, 82, rue de Rivoli, PARIS.

Les Fils d'Emile DEYROLLE, Naturalistes

PARIS - 46, rue du Bac, 46 - PARIS

TÉLÉPHONE SAXE-29-27

Usine à Vapeur : 9, rue Chanez, PARIS-AUTEUIL

Sciences Naturelles

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — GÉOLOGIE — MINÉRALOGIE
TECHNOLOGIE

Instruments pour la Recherche des objets d'Histoire naturelle et leur classement en collection

BOCAUX - BOITES A BOTANIQUE - CARTONS A HERBIER - CUVES
DÉPLANTOIRS - LOUPES - PAPIER BOTANIQUE

Pièces d'Anatomie végétale, d'Anatomie humaine et comparée

Cabinets et Collections d'Histoire naturelle

Collections générales et spéciales | **Physiologie - Technologie**

Micrographie — Projections
Appareils — Préparations microscopiques
Microphotographies sur verre

CATALOGUES EN DISTRIBUTION

Les Catalogues concernant les Spécialités suivantes sont adressés **Gratis et Franco**

- **Cabinets de Physique, de Chimie et Instruments de précision.**
- **Projections pour l'enseignement,** lanternes de projections, etc.
- **Enseignement technique, Collections** et **Matériel.**
- **Pièces d'anatomie humaine comparée** et **botanique** en staff et cire.
- **Mammifères, Oiseaux, Reptiles** et **Poissons,** prix à la pièce.
- **Squelettes montés,** prix à la pièce.
- **Insectes européens** et **exotiques,** prix à la pièce.
- **Coquilles,** prix à la pièce.
- **Animaux invertébrés en alcool,** prix à la pièce.
- **Fossiles et Minéraux,** prix à la pièce.
- **Cabinets** et **Collections d'histoire naturelle** pour les enseignements primaire, secondaire et supérieur.
- **Livres d'histoire naturelle.**
- **Instruments** pour l'étude des sciences naturelles.
- **Microscopes, Microtomes.**
- **Préparations microscopiques,** instruments pour la **Micrographie.**
- **Meubles** pour le rangement des collections.
- **Tableaux d'histoire naturelle,** collés sur toile avec bâton haut et bas, mesurant 1m10 × 0m90, destinés à l'enseignement secondaire et supérieur.
- **Mobilier** et **Matériel d'enseignement** pour les écoles enfantines, primaires, lycées, collèges, facultés, etc.
- **Musée scolaire** pour leçons de choses.

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, E. ORLHAC, Éditeur
1, Rue Dante, PARIS (5e)

Les deux premiers volumes (fascicules 1 à 20) ont paru :

FLORE COMPLÈTE
ILLUSTRÉE EN COULEURS
DE
FRANCE
Suisse et Belgique

(Comprenant la plupart des plantes d'Europe)

PAR

Gaston BONNIER
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)
Professeur de Botanique à la Sorbonne

Toutes les espèces, représentées en couleurs, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces et variétés, sont reproduites par la photogravure, à la moitié de leur grandeur naturelle, d'après des photographies mises en couleurs.

Les Planches en couleurs sont accompagnées d'un texte donnant la description complète de toutes les plantes avec leurs noms en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais ;

Leurs applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale ;

Leur distribution géographique, leur extension en altitude, les habitats et les terrains où elles croissent de préférence ;

Leurs principaux synonymes et leurs noms vulgaires, ainsi que la description des sous-espèces, races ou variétés les plus importantes.

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique

Les fascicules (format in 4°) *comprennent chacun 6 planches de* $32^{cm} \times 23^{cm}$ (environ 65 figures en couleurs) *et les pages de texte correspondant.*

CHAQUE FASCICULE PEUT ÊTRE ACHETÉ SÉPARÉMENT
Prix d'un fascicule : 2 fr. 90
(Franco de port et d'emballage, recommandé, pour la France
ou pour l'Étranger : **3 fr. 25**).

Les volumes parus se vendent chacun : en 10 fascicules séparés, **29** fr. ; texte broché, avec les planches dans un portefeuille, **30** fr. **50** ; relié, avec les planches montées sur onglets, **34** francs.

Pour recevoir, franco et sans aucun frais, une planche spécimen, trois pages de texte et les conditions de souscription, il suffit d'en faire la demande à M. E. Orlhac, *éditeur, 1, rue Dante, Paris (Ve).*

LES ÉTABLISSEMENTS
POULENC FRÈRES
Section des Produits et Appareils de Laboratoires
122, Boulevard Saint-Germain, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES PURS

Matières Colorantes et Accessoires
pour Micrographie, Bactériologie
et Histologie

MICROSCOPES

Microtomes

CATALOGUES FRANCO SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1861

TÉLÉPHONE
816-83

G. FONTAINE

CATALOGUES
ET DEVIS
SUR DEMANDE

RAOUL NEVEU SUCCESSEUR
ÉLÈVE DE MM. ALVERGNIAT
ÉTUDE et CONSTRUCTION
D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Fournitures Générales pour Laboratoires
PRODUITS CHIMIQUES PURS

PARIS
16 - 18 - 20
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE

MICROGRAPHIE-BACTÉRIOLOGIE

E. COGIT & Cie
36, Boulevard Saint-Michel, PARIS

Constructeurs d'Instruments et d'Appareils pour les Sciences

MODÈLES SPÉCIAUX POUR LA BACTÉRIOLOGIE, MICROSCOPE BINOCULAIRE
Microtomes MINOT et Microtomes de toutes marques. Produits chimiques et Colorants spéciaux pour la Micrographie et la Bacteriologie.

Étuves à Culture, Autoclaves, Installations complètes de Laboratoires. Milieux de Culture stérilisés. — *Nouvel appareil Microphotographique* Cogit.

NEMOURS. — Imprimerie Nemourienne, H. BOULOY. *Le Gérant :* HENRI BOULOY.

[illegible]

Gr. X Maccard

PHILIPPE VAN TIEGHEM
1839--1914

Imp. Ch Wittmann

L'ŒUVRE

DE

PHILIPPE VAN TIEGHEM

par Gaston BONNIER

BIOGRAPHIE

L'illustre Naturaliste que la Science a perdu le 28 avril 1914, était d'origine flamande française par sa famille maternelle et d'origine hollandaise par sa famille paternelle.

Son grand-père Louis-Bernard-Dominique van Tieghem, né à Honshoot, avait été administrateur du gouvernement de Napoléon Ier au temps du règne de Louis-Bonaparte dans les Pays-Bas. Au moment de la chute de l'Empire, et ayant exprimé la volonté de demeurer français, il fut nommé par Louis XVIII receveur des douanes de Bailleul. C'est là que son fils, Philippe-Dominique van Tieghem s'allia à l'une des plus anciennes familles de la ville en épousant Mlle Amélie Bubbe. Trois filles et deux fils naquirent de cette union ; le dernier enfant était Philippe van Tieghem, né à Bailleul le 19 avril 1839.

Voici comment s'exprime, dans le *Grand Écho du Nord,* M. Léon Bocquet, compatriote du grand savant, au sujet de l'enfance et de la jeunesse de van Tieghem.

« Philippe-Dominique van Tieghem, négociant notoire, faisait avec les Antilles le commerce des toiles. Peu avant la naissance de son fils, il se rendit à la Martinique. A peine était-il débarqué à Saint-Pierre qu'il mourait, emporté par la fièvre jaune. Mme van Tieghem ne put survivre à la douleur qui la frappait : elle déclina vite après avoir donné le jour à son cinquième enfant.

« L'orphelin fut recueilli par ses familles paternelle et maternelle, dont l'une était flamande et l'autre wallonne, mais vivant toutes deux dans un milieu austère où l'on se montrait fermé aux sollicitations du dehors et même aux simples joies familiales ; pour tout dire, le puritanisme y dominait. L'adolescence de Philippe van Tieghem s'écoula dans cette froide solitude, à l'écart des relations coutumières et de la tendresse expansive. Pour égayer la grise monotonie de sa vie, l'enfant n'avait guère que la bibliothèque de son père, ouverte à sa curiosité en éveil. Et la sagesse des vieux livres amis l'inclina de bonne heure vers l'étude.

« Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si, dès l'école communale, puis au Collège de Bailleul, Philippe van Tieghem devint un habitué des premières places. Il fit mieux. Encore élève de seconde, il obtint le diplôme de bachelier ès-sciences. On devine aisément quel lustre en rejaillit sur le pensionnat et l'externe. C'était quelque chose, en 1856, qu'un bachelier !

« Philippe van Tieghem préludait de la sorte à une carrière de succès universitaires où il allait conquérir successivement des grades ambitionnés, et acquérir, chaque année, des titres nouveaux à l'admiration surprise de ses condisciples et de ses compatriotes.

« Parvenu au terme des connaissances que Bailleul pouvait dispenser, le jeune homme ayant obtenu une bourse au Lycée de Douai, y suivit, pendant deux ans, les cours de Mathématiques spéciales et se prépara à l'École Polytechnique.

« Suivant les conseils de ses camarades Gernez et Mascart, il prépara, en même temps, les examens de l'Ecole Normale Supérieure (section des sciences) où il fut reçu d'emblée, second, au concours de 1858. »

J'emprunte maintenant à la Notice de M. J. Costantin, parue dans les *Annales des Sciences naturelles,* la description du commencement de la carrière scientifique de van Tieghem.

« Philippe van Tieghem eut une inspiration heureuse en entrant dans l'Université. Il y fut tout de suite apprécié comme il méritait de l'être, notamment par Joseph Bertrand, et lorsque, à la sortie de l'Ecole, le directeur, Désiré Nisard, écrivit à son oncle Napoléon Bubbe pour le féliciter d'avoir un tel fils adoptif, le jeune Philippe éprouva une des joies les plus vives de sa vie.

« Parmi ses maîtres de la rue d'Ulm, van Tieghem fut promptement distingué par Pasteur, dont le nom était déjà illustre grâce à ses découvertes retentissantes sur la génération spontanée et sur les fermentations, qui soulevaient tant de questions philosophiques, tant de problèmes industriels et qui allaient ouvrir une ère si inattendue et si extraordinaire à la médecine. Ame chaleureuse, ce grand homme, mieux que tout autre, était apte à goûter les qualités de celui qui travailla dans son laboratoire, lorsqu'il eut conquis le titre d'agrégé des sciences physiques et naturelles. Pasteur avait eu, à cette époque, une idée féconde et qui a eu une influence décisive sur l'évolution scientifique de la grande Ecole dont il était le sous-directeur : il fit créer les fonctions d'Agrégés-préparateurs qui devaient permettre de sélectionner l'élite et susciter une légion de travailleurs parmi les jeunes normaliens. Van Tieghem prit rang parmi les premiers élus de cette phalange, et fut nommé, en 1861, Agrégé-préparateur de Botanique et de Minéralogie.

« En devenant ainsi botaniste, sous la discipline pastorienne, Philippe van Tieghem se trouva, sans le vouloir, placé dans une catégorie spéciale de naturalistes qui fut dès l'abord un peu suspecte, surtout non classée, et lorsqu'il présenta à la Sorbonne son travail sur la fermentation ammoniacale, Duchartre se déclara incompétent pour juger un mémoire de chimie. Les conceptions de Pasteur bouleversaient la classification des sciences : van Tieghem, qui souhaitait d'être naturaliste, devint, un peu contre son gré, docteur ès-sciences physiques. Il a donc été le premier représentant de la glorieuse phalange des pastoriens dont les noms sont connus de tous : Duclaux, Raulin, Gernez, Gayon, Roux, Chamberland, Thuillier, Metchnikoff, etc.

« Entraîné vers la Botanique par une très ferme vocation, van Tieghem prépara un second doctorat sous l'inspiration de Decaisne. Il conquit ce nouveau titre en 1867 par son Mémoire sur les Aroïdées, qui, selon Duchartre, était remarquable par ses aperçus nouveaux en Anatomie et en Physiologie et constituait un travail considérable où abondaient les faits soigneusement observés. D'ailleurs, avant la conquête de ce nouveau diplôme, la chaire de Payer devint vacante en 1864, et l'Administration, représentée par le directeur Nisard et le sous-directeur Pasteur, n'hésita pas à mettre en première ligne le nom de van Tieghem pour le poste de

Maître de conférences de Botanique à l'Ecole Normale, où il fut nommé à vingt-cinq ans.

« Les sciences naturelles avaient, à cette époque, un rôle bien modeste dans l'enseignement secondaire; aussi la place accordée à la Botanique, rue d'Ulm, était très minime, et c'est dans une petite pièce sous les toits que van Tieghem entreprit ses belles recherches sur les Mucorinées, qui devaient surtout faire connaître son nom à l'étranger aussi bien qu'en France. »

En 1862, Philippe van Tieghem, encore Préparateur à l'Ecole Normale, avait épousé M$^{\text{lle}}$ Hélène Sarchi, dont les parents étaient amis de la famille de Joseph Bertrand. De ce mariage naquirent cinq enfants, quatre filles et un fils. Le fils de van Tieghem et ses quatre gendres sont tous Professeurs dans l'Université.

Je cite maintenant les paroles de M. Paul Appell, Président de l'Académie des sciences en 1914, dans le discours prononcé par lui au cours de la séance publique de cette année :

« Les beaux travaux de van Tieghem le firent entrer à l'Académie en 1877, à 37 ans, âge tout à fait exceptionnel dans les sciences expérimentales, où les difficultés matérielles des expériences et des observations, l'extrême érudition nécessaire, rendent plus tardive la production originale. A l'Académie, il conserva son même amour passionné du travail, son même enthousiasme scientifique; il continua son existence de bénédictin, vivant dans son laboratoire pour la Science et pour ses élèves, préparé à cette tranquillité monastique, à ces journées recluses par sa jeunesse, gravement pensive et solitaire. Aussi son autorité ne fit-elle que grandir. Ses confrères surent apprécier sa simplicité, son affabilité, son dédain de tout bruit et de toute réclame, son désir de conciliation dès que la vérité scientifique n'était pas en jeu. Lorsque le poste de Secrétaire Perpétuel pour les Sciences physiques devint vacant, par la mort soudaine de Becquerel, tous les regards se tournèrent vers van Tieghem et un accord unanime se fit immédiatement sur son nom. Van Tieghem rappelait spirituellement cette période de candidature si flatteuse pour lui, en disant qu'il aurait voulu rester candidat perpétuel.

« En même temps que sa magnifique carrière de savant, van

Tieghem a eu la plus belle des carrières, comme professeur. Dès 1862-1863, il suppléait d'Almeida au Lycée Napoléon (aujourd'hui Henri IV) pour la Physique et la Mécanique; son élève Léauté obtenait le prix de Mécanique au concours général. En 1864, à vingt-cinq ans, il succédait à Dalimier dans la maîtrise de conférences de Botanique de l'Ecole Normale Supérieure, où il eut comme élèves plusieurs de nos confrères et notamment tout le Bureau actuel de l'Académie des Sciences. Il fut, en même temps, à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, titulaire d'une chaire aujourd'hui supprimée. Il devint ensuite professeur au Muséum d'Histoire naturelle, où, scrupuleux observateur de la règle commune, il comptait demander sa retraite à la fin de cette année scolaire; enfin, en 1898, il fut nommé professeur de Biologie végétale à l'Institut agronomique. Quand, en 1881, fut ouverte, à Sèvres, l'Ecole Normale Supérieure de jeunes filles, destinée à préparer des professeurs pour l'enseignement secondaire de l'Etat, le Ministre fit appel à notre confrère, pour lui confier les délicates fonctions de Maître de conférences de Botanique, dans cet établissement où tout était à créer et où il fallait donner un enseignement à la fois élémentaire et élevé, réduit aux faits essentiels et aux grandes vues synthétiques.

« Dans ces fonctions diverses, van Tieghem s'est montré un admirable professeur : il savait jeter dans ses leçons une clarté méthodique qui en rendait toujours la compréhension facile pour ses auditeurs, émerveillés des horizons qu'il leur ouvrait sur le monde vivant.

« Son enseignement s'est répandu dans toutes les universités par ses Ouvrages généraux. Ce fut, d'abord en 1873, la traduction des éléments de Botanique de Sachs, accompagnée de nombreuses notes personnelles du traducteur; puis, en 1885, le grand Traité de Botanique qui fut traduit en plusieurs langues et dont une édition réduite est en usage dans tous les établissements d'enseignement.

« Van Tieghem était un homme complet, dans le sens le plus noble du mot : à ses connaissances scientifiques si vastes et si solides, il joignait une éducation classique accomplie. Il était un délicat de la littérature, très au courant du mouvement des lettres. Ces qualités se firent jour dans les éloges académiques de Duchartre, de Claude Bernard, de J.-B. Dumas, qu'il prononça dans trois de nos séances publiques et qui sont des modèles de littérature scientifique, élégante, mais sobre, précise et juste.

« Notre confrère apportait dans les relations de la vie courante une grande autorité, sans être autoritaire, beaucoup de fermeté et de douceur. Il avait sa philosophie personnelle, élevée et stoïque, le culte de la justice, celui de la vérité, et, comme il se plaisait à le dire, « de la vérité *une*, absolue et sans aucune relativité, aussi bien dans la Science que dans la vie. »

« Il aimait travailler seul ; mais dans les rares occasions où il lui est arrivé de collaborer, il a été vraiment et simplement collaborateur.

« Dans les dernières années de sa vie, il fut un grand et digne vieillard ; on a dit justement que sa taille élevée et droite, sa longue impériale blanche, la rosette rouge qui parait sa boutonnière, lui donnaient l'aspect martial d'un général en retraite : et c'était un homme réservé, minutieux et modeste.

« Mes chers Confrères, je voudrais avoir réussi à évoquer devant vous et devant nos successeurs la noble figure et la belle œuvre de celui que nous pleurons aujourd'hui. Il fut un de ces hommes dont s'honore notre pays, et dont la vie doit être donnée en exemple à la jeunesse de France. »

Enfin, je ne saurais mieux terminer ces citations qu'en reproduisant les paroles de M. Gaston Darboux, collègue de van Tieghem comme Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, qui ont été insérées dans les Comptes-Rendus de l'Académie :

Monsieur le Président,

« Permettez à celui qui, parmi nous, a été plus particulièrement le collaborateur de Philippe van Tieghem d'ajouter quelque chose aux paroles de regret et d'admiration que vous venez de prononcer.

« Il y a aujourd'hui près de 53 ans que j'avais commencé à connaître M. van Tieghem. En 1861, j'avais suivi le cours de Botanique qu'il faisait à l'Ecole Normale, durant cette période à jamais mémorable où Pasteur, entouré de quelques collaborateurs, parmi lesquels se trouvait précisément celui dont nous déplorons la perte, entreprenait cette suite de travaux qui a renouvelé les bases de la médecine. J'étais devenu son ami, son collègue à Sèvres ; mais c'est surtout depuis qu'il avait été nommé Secrétaire Perpétuel, en octobre 1908, que j'avais pu apprécier toutes les rares qualités qui le distinguaient. Van Tieghem était l'homme le plus modeste, le plus déterminé à se renfermer dans son rôle de savant. Il fallait le voir à l'œuvre de près, pour reconnaître toute sa valeur, sa bienveillance, son grand bon sens, l'étendue de son esprit, la rectitude de son jugement. Dans la collaboration étroite que j'aie eue avec lui pendant près de six ans, j'ai senti s'augmenter encore la sympathie et l'affection que je lui avais vouées dès le commencement. Van Tieghem a fait honneur à notre Académie, à notre pays, non seulement par ses belles découvertes, mais aussi par le noble exemple qu'il nous a donné d'une vie consacrée tout entière, sans mélange et sans partage, aux recherches scientifiques et aux travaux de l'enseignement. La famille si nombreuse et si distinguée qu'il laisse après lui saura s'inspirer de cet exemple et conserver pieusement le souvenir de celui que nous avons perdu. »

L'ŒUVRE DE VAN TIEGHEM

Les travaux de van Tieghem se rapportent aux branches les plus diverses de la Science des végétaux, mais l'illustre savant n'a pas, en général, parcouru successivement ces diverses parties de la Botanique, de telle sorte qu'on ne saurait se faire une idée exacte de son œuvre en suivant par ordre de dates les Mémoires si nombreux qu'il a publiés. C'est qu'en effet, en dehors de recherches de longue haleine, entreprises au Laboratoire pendant l'année scolaire, et qui d'ailleurs portaient tantôt sur la physiologie ou la cryptogamie, tantôt sur l'anatomie ou la classification, van Tieghem entreprenait d'autres travaux pendant ses villégiatures aux environs de Paris, à Sèvres, à Pierrefonds, à Fontainebleau. Il y faisait venir son microscope et installait, dans des conditions un peu précaires, de petits laboratoires improvisés. Les assiettes et les soucoupes servaient aux cultures de champignons, un verre dont le pied avait été brisé accidentellement par un des enfants du Professeur était utilisé comme cloche de laboratoire ; les lattes de bois du jardin, le fil de fer des clôtures ou encore les serviettes du ménage étaient mis aussi à contribution.

C'est là qu'étaient étudiées, au hasard, des plantes intéressantes rencontrées dans des promenades (qui n'étaient pas des herborisations) telle ou telle espèce curieuse par son évolution ou par son anatomie, la Ficaire à Sèvres, l'Adoxa à Pierrefonds, la Succise à Fontainebleau, par exemple ; et chacune de ces espèces devait être le sujet d'un travail important, qui comportait souvent des conséquences d'ordre général en Biologie.

Aussi ne suivrai-je pas dans cet exposé l'ordre chronologique général, mais je diviserai l'œuvre de van Tieghem en cinq séries principales : Fermentations, Physiologie, Cryptogamie, Anatomie générale, Anatomie appliquée à la classification ; sauf à montrer ensuite les liens que l'on peut établir, d'après la pensée de l'auteur, entre ces diverses catégories d'études.

I. — FERMENTATIONS

Fermentation de l'urée.

Les premiers travaux de van Tieghem relatifs à la physiologie ont été faits dans le laboratoire de Pasteur, à l'École Normale. Ils ont pour sujet la fermentation ammoniacale, et ont été publiés en 1864. On savait depuis longtemps que l'urée, exposée à l'air, se transforme en carbonate d'ammonium. Dans de premières investigations, Pasteur trouva, dans l'urée en décomposition, un organisme spécial qu'il supposait être la cause de cette fermentation, et il donna ce sujet d'études au jeune van Tieghem, alors Agrégé-préparateur à l'École Normale.

Ce travail était intéressant à un double point de vue : c'était la première fois qu'une étude méthodique et soignée était entreprise sur la fermentation d'un corps azoté, et, de plus, van Tieghem ayant montré que la réaction peut se produire à l'abri de l'air, c'était la première fois qu'on voyait une fermentation, capable d'être anaérobie, se produire sans dégagement de gaz.

L'auteur découvrit aussi l'une des propriétés les plus curieuses du ferment *(Micrococcus ureæ)* qui lui permet de continuer à vivre dans un liquide contenant en forte proportion la substance produite par la fermentation, ici le carbonate d'ammonium. La Bactérie peut encore se développer dans un milieu contenant jusqu'à 13 pour cent de cette substance, proportion supérieure à celle qui serait toxique pour tout autre cellule vivante.

Fermentation du tanin.

D'autres très importantes études sur les fermentations, par van Tieghem, sont celles relatives à la fermentation gallique, publiées en 1867 et en 1868. Cette fermentation du tanin était élucidée pour la première fois, et elle était d'autant plus intéressante à faire connaître à cette époque, que l'auteur montra qu'elle est due, non à des Bactéries, mais à des Champignons, l'*Aspergillus glaucus* et le *Penicillium glaucum*. L'auteur fit voir encore, par des expériences rigoureuses, que ces Champignons cultivés à la surface du liquide tannique respirent normalement sans produire de fermentation, mais que si on les immerge dans la culture, ils remplacent la respiration par la fermentation en produisant de l'acide gallique et du glucose.

L'étude détaillée de tels phénomènes est aujourd'hui courante, mais à cette date, un pareil Mémoire constituait une découverte de la plus grande importance.

Fermentation butyrique.

Beaucoup plus tard, en 1877, 1878 et 1879, van Tieghem devait reprendre ce genre de recherches par ses travaux de tout premier ordre sur le *Bacillus Amylobacter* et la fermentation butyrique. Trécul avait décrit, sous le nom d'*Amylobacter*, de petits organismes mobiles, observés par lui dans des cellules de Phanérogames et qu'il croyait formés par génération spontanée aux dépens de l'amidon et du protoplasma des cellules. Van Tieghem fit une étude complète de ces Bactéries ; il examina leur développement morphologique en même temps que leur effet comme agent de destruction des tissus végétaux ; puis il démontra l'identité de cet organisme avec celui que Pasteur avait désigné sous le nom de « vibrion butyrique ». L'auteur fait voir ainsi qu'il y a décomposition des substances ternaires de l'organisme (sucres, amidon, cellulose, etc,) avec dégagement de gaz carbonique et d'hydrogène. Il découvre en même temps que certaines substances ternaires telles que les membranes cutinisées, lignifiées, subérifiées ou encore la cellulose de la partie immergée des plantes aquatiques résistent à l'attaque de cette Bactérie, et la démonstration en est donnée par lui au moyen d'expériences à la fois simples, précises et élégantes. On comprenait par là le rôle protecteur de l'épiderme, du liège, la possibilité du fonctionnement purement physique de tissus lignifiés, la production en automne de ces feuilles mortes détruites à l'abri de l'air dont il ne reste que la cuticule et le délicat réseau des nervures. Enfin le rôle considérable des Bactéries, et de celles-ci en particulier, dans la décomposition des substances organiques les plus complexes, se résolvant sous leur action en corps relativement très simples : eau, gaz carbonique, hydrogène, ammoniaque, se trouvait démontré par cet exemple. C'était faire ainsi l'examen complet, aussi bien au point de vue physiologique qu'à celui de la morphologie dont le développement était suivi en cultures microscopiques depuis la germination des spores jusqu'à la production de nouvelles spores, d'une Bactérie anaérobie déterminée.

Bactéries fossiles.

C'est la connaissance approfondie de cet organisme qui permit à van Tieghem de faire une découverte capitale en Paléontologie. En examinant des préparations de Renault faites à un tout autre point de vue, des coupes de tissus végétaux carbonifères pratiquées dans des échantillons silicifiés, van Tieghem y reconnut au premier coup d'œil un organisme identique au *Bacillus Amylobacter* avec tous les détails de sa morphologie, conservés par la silicification. Cette découverte jetait un jour tout nouveau sur l'origine possible de la houille, et fut le point de départ des recherches entreprises plus tard par Renault et d'autres auteurs sur les microorganismes des terrains primaires. Elle avait encore un intérêt plus grand, en montrant qu'à ces époques lointaines de l'histoire du globe, les phénomènes de fermentation étaient les mêmes qu'à l'époque actuelle.

Gomme de sucrerie.

C'est à la même date, en 1878, que van Tieghem publiait ses recherches sur une fermentation qui serait essentiellement différente de toutes les fermentations connues et, pourrait-on dire, inverse de ces actions chimico-physiologiques. Les fermentations alcoolique, lactique, acétique, tannique, et en général toutes les fermentations, produisent un résultat chimique exothermique ; les réactions auxquelles elles donnent lieu se font avec dégagement de chaleur, et l'énergie produite peut s'ajouter à l'énergie qui provient de la respiration lorsqu'elles sont aérobies ou remplace à cet égard le phénomène respiratoire lorsqu'elles sont anaérobies. La fermentation dont il est ici question, si toutefois on peut lui donner ce nom, produirait au contraire un corps se formant avec absorption de chaleur, et les réactions chimiques qui en résulteraient seraient endothermiques.

Depuis un temps très ancien, les fabricants de sucre avaient observé sur les sacs dans lesquels on foule la Betterave rapée, sur les presses elles-mêmes ou encore sur les tamis où l'on filtre le jus, quelquefois même dans les sirops cuits, des masses gélatineuses, mamelonnées, de consistance ferme et élastique. Ces masses composées de grumeaux blancs assez intimement associés entre eux, sont désignées sous le nom de « gomme de sucrerie ». La production de ces corps amorphes est souvent considérable et nuit au rendement, comme avaient pu le constater les fabricants. Mais, sans parler de cette considération pratique intéressante, l'attention de divers savants avait été attirée sur la nature et l'origine de ces singulières productions.

Les uns y voyaient une formation provenant directement du protoplasma de la Betterave qui se concréterait ainsi en grumeaux pendant le râpage et la compression ; d'autres un produit se formant aux dépens du sucre de canne, y provoquant une fermentation spéciale avec dégagement de gaz, et, en ce cas, l'apparition de cette gomme de sucrerie serait désastreuse pour la fabrication. Or, la première de ces suppositions est incompatible avec la nature chimique de ces grumeaux ; en effet, leur partie insoluble, qui est de beaucoup la plus considérable, est formée d'un principe ternaire, isomère de la cellulose, de la dextrine et de l'amidon, mais douée d'un pouvoir rotatoire à droite plus grand encore que celui de la dextrine et même que celui de l'amidon. Ces grumeaux ne peuvent donc être des accumulations de protoplasma de la Betterave. Certains auteurs firent l'étude microscopique de la gomme de sucrerie et y trouvèrent toutes les formes possibles de Bactéries ; d'autres, au contraire, soutenaient qu'aucum ferment figuré ne jouait un rôle dans cette réaction et qu'il se produisait une fermentation cellulosique, c'est-à-dire produisant de la cellulose aux dépens du sucre de canne sous l'action de la même diastase que celle de l'orge germée, c'est-à-dire de l'amylase.

Nature organisée de la gomme de sucrerie.

Van Tieghem en reprenant cette question l'élucide avec cette clarté et cette simplicité qui caractérisent toutes ses recherches expérimentales. La gomme de sucrerie n'est pas un produit inerte résultat d'une fermentation par l'amylase, ni une substance élaborée par diverses Bactéries ; elle n'a aucun rapport avec les cellules de la Betterave. C'est tout simplement un organisme végétal déterminé qui vit aux dépens du sucre. Déjà Cienkowski avait reconnu la nature organisée de ces productions en y découvrant des chapelets de cellules rondes qu'il pensait devoir être analogues à l'*Ascococcus Billrothii;* mais van Tieghem précise cet important résultat et décrit le développement de cet organisme, en réalité distinct de l'espèce précédente, et fait voir d'une façon précise que la matière gélatineuse excrétée par ces cellules, comme par celles bien connues des *Nostoc*, est précisément cette substance insoluble, ternaire, isomère de la cellulose qui constitue la principale masse des grumeaux de la gomme de sucrerie. Il en décrit et figure avec un soin minutieux toute l'évolution depuis la germination des spores de conservation, avec la première formation de substance gélatineuse autour d'elles, jusqu'au développement complet des chapelets de cellules, parmi lesquelles se sont produites de nouvelles spores de conservation qui s'isolent et pourront germer de nouveau sur un liquide sucré. On n'est donc pas amené à considérer ce phénomène comme une fermentation. Cet organisme nommé par van Tieghem *Leuconostoc mesenteroides* est une plante ordinaire qui, dans les sucreries, se développe au milieu du jus de Betterave avec le concours de l'oxygène dissous, en intervertit le sucre, et se nourrit ensuite du sucre interverti.

Fermentation alcoolique des tissus asphyxiés.

C'est encore au même ordre d'investigations qu'il faut rapporter un travail de van Tieghem qui, en apparence, ne semble avoir aucun rapport avec les fermentations. Ce travail est exposé dans une petite Note n'ayant même pas deux pages, lequel eut cependant un important retentissement, car dans plusieurs comptes-rendus, publiés sur l'œuvre de van Tieghem, ce travail est cité comme l'un des plus remarquables, et ce n'est, pourrait-on croire, qu'une simple réponse faite par l'auteur à une consultation horticole.

Des Cloizeaux, Professeur de Minéralogie au Muséum avait donné à examiner à son collègue de Botanique des racines de Pommiers malades provenant d'une propriété qu'il avait en Normandie. Quelle était la cause de cette maladie et que fallait-il faire pour en arrêter le cours ? Telle était la question posée à van Tieghem. Ce dernier constate d'abord que ces racines exhalent une forte odeur d'alcool et, en pratiquant des coupes dans ces organes, que les seuls éléments altérés sont les cellules renfermant normalement des sucres ou de l'amidon ; il en déduit immédiatement la cause et le remède de la maladie, ce qui fut confirmé par des expériences ultérieures. Les racines de ces Pommiers se trouvant dans un sol argileux, inondé, mais ni drainé, ni bêché, étaient dépourvues complètement d'air et par suite d'oxygène. Ne pouvant plus respirer, leurs tissus vivants avaient tenté de résister à l'asphyxie en remplaçant la respiration, laquelle ne pouvait plus s'effectuer, par la fermentation alcoolique ; celle-ci était produite aux dépens du sucre des cellules ou de celui provenant de la transformation de l'amidon en glucose. Tout se passait ainsi, en dehors de ferments figurés, comme dans les expériences de Le Chartier et Bellamy, mais ici dans un phénomène naturel. On comprend l'importance de cette courte et remarquable étude au point de vue de la théorie générale de la respiration dans laquelle on admet que le phénomène de la fermentation propre du sucre sous l'action du protoplasma des cellules des êtres vivants (ou plutôt de l'alcoolase qu'il renferme) avec production d'alcool, précède le phénomène respiratoire proprement dit qui n'en est qu'une phase ultérieure. On pourrait croire que la Note dont je viens de parler, et qui prouve, par un phénomène naturel que lorsque l'oxygène fait défaut, la première phase de la respiration ou « respiration intramoléculaire » se produit seule en donnant naissance à de l'alcool, se termine par des considérations de ce genre. Non, elle se termine par cette simple phrase : « On voit par là comment les données théoriques obtenues dans le laboratoire peuvent éclairer la pratique agricole. »

En résumé, on peut se rendre compte par ce qui précède, que dans la seule étude des fermentations, van Tieghem a fait des découvertes capitales touchant aux questions les plus variées dans cet ordre d'idées, comportant même des applications à l'industrie, à l'agriculture, en rapport avec les problèmes les plus généraux de la Biologie, et même, fait inattendu, avec une des plus importantes questions de Paléontologie.

Si l'illustre savant n'avait publié que les travaux dont je viens de parler, ces recherches auraient suffi pour illustrer sa carrière, et on aurait dit que van Tieghem a été l'un des premiers et des plus brillants élèves de Pasteur.

II. — PHYSIOLOGIE ET BIOLOGIE DES PHANÉROGAMES

Dimorphisme de la Ficaire.

La première remarque biologique de van Tieghem relative au développement des plantes se trouve dans le travail publié en 1866 sur la Ficaire, lequel travail se rapporte en majeure partie à l'anatomie de cette plante. On avait remarqué déjà que, par une suite de balancement organique, les pieds de Ficaire qui produisent des bulbilles axillaires, sortes de bourgeons naturels servant à la multiplication de l'espèce, ne donnent pas de graines à la suite de leur floraison, tandis que c'est, en général, l'inverse pour les pieds non bulbifères. On avait attribué cette stérilité des pieds à bulbilles au défaut d'accroissement des carpelles et des ovules. Van Tieghem fait voir qu'il faut remonter plus haut pour trouver la cause de cette stérilité qui est due à ce qu'il ne se forme jamais un seul grain de pollen dans les étamines des fleurs des exemplaires à bulbilles, tandis que les fleurs des exemplaires dépourvus de ces tubercules axillaires ont toujours au contraire les anthères gonflées de grains de pollen.

Assimilation chlorophyllienne des plantes aquatiques.

C'est la même année que van Tieghem publiait le premier résultat de ses expériences sur les échanges gazeux dans l'assimilation chlorophyllienne des plantes aquatiques. L'auteur fait voir que dans toutes les expériences de ce genre, il est nécessaire de tenir compte des conditions auxquelles la plante a été soumise avant l'expérience sous peine de s'exposer à de graves erreurs. C'est qu'en effet la composition des gaz contenus dans les lacunes aérifères des plantes aquatiques n'est pas la même au commencement et à la fin d'une expérience pendant laquelle ces végétaux ont été exposés à la lumière solaire. Ces résultats expliquent, par exemple, les contradictions qui pouvaient se remarquer dans les diverses recherches des physiologistes, relatives à l'influence des différentes radiations lumineuses sur l'assimilation, au moyen des plantes aquatiques dont on comptait les bulles d'oxygène dégagées. Ces considérations ont été confirmées par de nouvelles expériences de l'auteur dont le compte-rendu a paru en 1869.

Végétation libre du pollen.

En 1870, van Tieghem publie un Mémoire dont il est facile de comprendre la grande importance pour la Biologie générale. Ce Mémoire est intitulé « Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen et sur la fécondation directe des plantes. » Le but que s'est proposé l'auteur est de faire agir aussi directement que possible le tube pollinique produit lorsque le pollen germe, chez les plantes Angiospermes, sur la cellule femelle de l'ovule ; il s'agit d'arriver à former l'œuf et l'embryon, pour ainsi dire artificiellement, en supprimant le stigmate sur lequel germe le pollen dans les conditions naturelles, et en supprimant le style et son tissu conducteur au travers duquel s'allonge le tube pollinique dans la plante intacte. Van Tieghem étudie d'abord les difficultés de l'expérience, l'attaque des grains de pollen germant par les Infusoires, les Bactéries ou les Moisissures et autres Champignons filamenteux. De pareilles investigations ne pouvaient être tentées que par un chercheur déjà familiarisé avec l'étude de ces organismes inférieurs. L'auteur, connaissant le mode de nutrition de ces divers ennemis de la germination du pollen, en élimine d'abord toute une catégorie par l'apport dans le milieu de culture de bitartrate d'ammonium qui rend la liqueur acide en même temps qu'elle donne au tube pollinique un élément carboné et azoté ; puis il ajoute au liquide de petites quantités de cendres de levure afin de fournir au pollen les éléments minéraux qui lui sont nécessaires. Les Infusoires et les Bactéries écartées par l'acidité du milieu, restaient les Champignons ; une proportion convenable soit de gommes, soit de certaines essences réussissait à les éliminer dans bien des cas. D'ailleurs, ultérieurement, les cultures de grains de pollen sur gélose additionnée de diverses substances ont pu être réalisées à l'abri de tout germe extérieur. De ces intéressantes recherches résultait déjà la démonstration de ce fait général : le grain de pollen peut se développer en dehors des papilles stigmatiques et du tissu conducteur ; il peut se nourrir de l'aliment artificiel qui lui est fourni. Et dans cette « végétation libre », le grain de pollen se développe comme une spore, comme la spore d'un prothalle mâle sans chlorophylle dont il est le représentant dans la morphologie comparée. Le tube pollinique peut ainsi s'allonger plus que dans la nature ou même se ramifier et prendre l'aspect du mycélium d'un Champignon.

Immunité de stigmate.

En soi-même, ce premier résultat des expériences de van Tieghem soulève de nombreux problèmes auxquels il n'a pas encore été donné de solution dans la Science. En effet, si tous les grains de pollen peuvent germer dans un milieu artificiel, comment se fait-il que dans la nature, à la surface du stigmate, les grains de pollen germant soient seulement ceux de l'espèce à laquelle ce stigmate appartient ou tout au plus celui d'une espèce voisine, dans le cas d'une hybridation ? Transportés par le vent ou par les insectes, les grains de pollen des plantes les plus différentes peuvent se trouver sur ce stigmate, comment se fait-il que ces grains de pollen étrangers ne germent pas ou germent mal sur le stigmate de cette plante déterminée lequel contient, ainsi que le tissu conducteur, toutes les substances appropriées à cette germination, et alors que ces mêmes grains de pollen étrangers germent parfaitement sur les milieux artificiels tels que ceux qu'a employés van Tieghem ? On voit naître ainsi l'hypothèse de toxines spéciales se trouvant dans les papilles stigmatiques ou dans le tissu conducteur de chaque espèce déterminée, et qui, non nuisibles à cette espèce ou aux espèces très voisines, s'opposeraient au développement du pollen des autres plantes. C'est cette question capitale en Biologie qui se trouve soulevée par les expériences précédentes. D'autre part, un stigmate quelconque est toujours exposé à l'air et peut être envahi, comme les cultures non pures de grains de pollen, par les spores ou les germes d'une quantité d'espèces de Champignons, de Bactéries, d'Infusoires. Pourquoi ces germes ou spores qui sont sur les papilles stigmatiques, au contact de substances gommeuses ou sucrées ne s'y développent-ils pas ? Pourquoi les stigmates de toutes les plantes ne sont-ils pas envahis par les Moisissures ou les Bactéries que l'on trouve évoluer immédiatement partout sur des milieux analogues ? Van Tieghem examine une partie de cette question, et d'après l'étude du liquide sécrété par les papilles du stigmate chez les plantes les plus diverses, il fait voir que ce liquide est toujours acide et par suite très défavorable au développement des Bactéries et des Infusoires. Pour les Moisissures, la question reste posée, bien qu'en fait, il soit démontré expérimentalement que, pour d'autres raisons encore inconnues (peut-être les toxines de l'hypothèse précédente), les Moisissures ne se développent pas lorsqu'elles sont ensemencées sur les stigmates vivants.

Formation artificielle de l'œuf des Angiospermes.

Dans une autre partie de ce Mémoire, van Tieghem réussit à cultiver des grains de pollen, en présence de l'ovule détaché du pistil de la même espèce, et il obtient ainsi la formation artificielle de l'œuf, le tube pollinique de la culture arrivant à se poser sur le micropyle de l'ovule, et son extrémité venant s'appliquer ensuite sur le sommet du sac embryonnaire. Bien plus, la formation de l'œuf est prouvée par l'apparition des premières phases du développement de l'embryon que van Tieghem constate dans ses cultures. L'auteur a ainsi transformé artificiellement une plante Angiosperme en plante Gymnosperme, puisque cette dernière n'a ni stigmate ni style et que le tube pollinique y arrive directement sur l'ovule.

Régénérescence des diverses parties de l'embryon.

D'autres recherches de van Tieghem, dont l'exposé a été publié par lui en 1871 et 1873, sont comme les précédentes, pourrait-on dire, initiales, et leurs résultats, d'une importance très grande en eux-mêmes, ont inspiré par la suite à plusieurs auteurs de nombreux travaux dans une voie jusqu'alors inexplorée. Le Mémoire principal relatif à ces nouveaux problèmes a pour titre « Recherches physiologiques sur la germination. »

Dans la première partie de ces recherches, van Tieghem se pose les questions suivantes. Lorsqu'une graine germe, et que l'embryon ou plantule qu'elle renferme se transforme en une plante complète, les diverses parties de l'embryon (radicule, gemmule, tigelle et cotylédons) sont-elles solidaires l'une de l'autre ou bien chacune d'elle, isolée, est-elle capable de se développer seule comme si elle faisait partie de l'ensemble de l'embryon intact? En outre, si ce dernier phénomène se produit, cette partie ainsi expérimentalement isolée de l'embryon est-elle capable de régénérer les autres parties supprimées, et peut-elle ainsi reformer une plante complète?

Van Tieghem entreprend, sur ce sujet si intéressant au point de vue biologique, toute une série de recherches expérimentales des plus variées en opérant soit avec des graines dépourvues d'albumen, soit avec des graines albuminées, d'où il résulte une réponse positive pour les deux questions énoncées. Chacun des organes fondamentaux de l'embryon est autonome et peut se développer seul, que la graine soit ou non pourvue d'albumen. La régénération de deux quelconques des trois organes fondamentaux de l'embryon est possible au moyen du troisième. C'est même dans l'embryon que cette indépendance de développement et cette activité réparatrice se manifestent avec le plus d'énergie.

Germination des graines à l'aide d'un albumen artificiel.

La seconde partie de ce même Mémoire concerne plus particulièrement la germination des graines albuminées et ses résultats sont encore plus saisissants. L'auteur se demande jusqu'à quel point l'albumen, ce tissu à réserves nutritives qui accompagne l'embryon et qui, comme on le sait maintenant est un proembryon digéré par son frère, est nécessaire au développement de la plantule, et s'il est possible de le remplacer par une autre matière convenablement préparée. Les conclusions principales de ces nouvelles expériences sont que l'albumen peut être remplacé jusqu'à un certain point par une pâte formée de sa propre substance, ou, ce qui est plus curieux, par une pâte formée de l'albumen d'une graine d'espèce toute différente mais de nature chimique analogue. Et même encore, en plusieurs cas, pour les graines à albumen farineux par exemple, l'albumen peut être artificiellement remplacé par une pâte d'amidon à laquelle on ajoute des azotates et des phosphates minéraux.

Ce Mémoire devait être complété par de nouvelles expériences de van Tieghem publiées en 1877. Les résultats obtenus qui renversaient complètement les idées préconçues de la plupart des Naturalistes non expérimentateurs, furent le point de départ de recherches nouvelles sur la fragmentation de l'embryon et de celles toutes récentes, dues à divers savants, sur la germination des graines albuminées privées de leur albumen.

Vie ralentie et vie latente.

Une autre série de recherches physiologiques a été entreprise par van Tieghem en collaboration avec le signataire de cette Notice. Les résultats de ces travaux ont été publiés en 1880 et en 1882. Il s'agit d'expériences sur la vie ralentie et la vie latente des graines et des tubercules.

Claude Bernard a cité les graines, en général, comme exemples d'êtres à l'état de « vie latente », c'est-à-dire ne produisant aucun échange quelconque de substance avec l'extérieur, mais pouvant de nouveau manifester les phénomènes de la vie lorsqu'on les place dans des conditions convenables d'humidité, de chaleur et d'hydratation. On a joint à ces exemples certains tubercules desséchés qui se conservent à l'état sec comme des graines; tels sont ceux de quelques Anémones ou Renoncules. Quant aux tubercules ordinaires, qui peuvent se conserver pendant un certain temps, tels que les tubercules de Pomme de terre, de Dalhia ou de certains Oxalis, Claude Bernard les donnait comme exemples d'êtres à l'état de « vie ralentie », c'est-à-dire d'organismes chez lesquels les fonctions vitales étaient seulement très atténuées, mais non totalement abolies.

Au sujet des tubercules à l'état de vie ralentie, les auteurs de ce Mémoire en mesurent la respiration, la transpiration, et étudient les phénomènes qu'ils présentent dans la résistance à l'asphyxie. Il en résulte cette conséquence pratique que la plupart des bulbes ou des tubercules ne sauraient être conservés longtemps si on les privait d'oxygène.

Mais il faut insister, à propos de ces recherches sur l'étude des graines, considérées comme étant à l'état de vie latente. D'après Claude Bernard et tous les autres physiologistes, une graine à l'état de vie latente est simplement une substance inerte puisqu'il ne s'y produit aucune modification interne puisqu'entre elle et le milieu extérieur aucun échange n'a lieu.

Action du froid sur les graines.

Un premier point a d'abord été examiné par les deux auteurs de ce travail. On admettait, d'après les expériences de Casimir de Candolle que toutes les graines résistent aux froids les plus intenses, et conservent encore leur pouvoir germinatif, c'est-à-dire le retour possible à la vie manifestée, après être restées plusieurs heures à une température de − 80°. Il est certain que, grâce à la très faible proportion d'eau que renferment en général les graines mûres, leur résistance au froid est considérable, mais il est cependant des graines dont l'embryon peut geler et se détruire par le froid. C'est ce qui est constaté par les auteurs dans des expériences faites avec les graines des diverses espèces d'Érables : l'embryon qu'elles renferment gèle vers la température de — 20°, aussi bien pour les graines encore renfermées dans leur fruit que pour les embryons dénudés. Un phénomène analogue se constate chez des graines toutes différentes, telles que celles des Thermopsis ou des Féviers, de la famille des Légumineuses.

Endosmose des graines.

L'examen d'un autre phénomène, celui qui se produit lorsqu'on immerge les graines dans l'eau tout en les empêchant de germer, a donné des résultats inattendus. Des graines et des embryons pris à l'état dit de vie latente, ont été immergés dans une quantité d'eau un peu supérieure à celle qu'ils peuvent absorber, et cette eau était chloroformée, ce qui s'opposait à la fois à la germination possible des graines et au développement d'organismes étrangers tels que le *Bacillus Amylobacter*. Les auteurs ont ainsi constaté, avec surprise, que les graines rejettent au dehors, dans ces conditions, une proportion considérable de leur substance sèche. Cette proportion peut atteindre 12 °/₀ chez l'embryon de Fève, 22 °/₀ chez le Lupin. Le résidu obtenu, évaporé à 35°, présente une couleur brune plus ou moins intense et renferme ordinairement des sucres de différente nature ou des substances voisines des sucres. Notons, en passant, que ces résultats comportent des conséquences pratiques d'un certain intérêt, relatifs à l'influence nuisible des arrosages trop fréquents ou des pluies trop abondantes pendant les semis, et comme en ce cas l'eau n'est pas chloroformée, si l'eau séjourne autour des graines, il se fait dans le sol, tout autour d'elles, une véritable infusion nutritive où pullulent bientôt les Moisissures et les Bactéries, en particulier l'*Amylobacter* si le sol devient privé d'oxygène. C'est aussi ce qui se produit quand des navires chargés de blé reçoivent un coup de mer pendant la traversée ou lorsqu'il se fait des infiltrations d'eau douce dans les péniches chargées de grains. Si même aucune altération par les organismes extérieurs ne se révélait, déjà le blé perdrait par le phénomène étudié plus haut plus de 7 °/₀ de son poids sec ; mais si (et c'est en fait ce qui a lieu le plus souvent), l'*Amylobacter* ou des Moisissures se développent sur la matière rejetée par les graines, celles-ci sont ensuite attaquées, la fermentation butyrique se produit, d'où une nouvelle perte de poids considérable qui s'ajoute à la première. Sur la demande du commerce de Bordeaux, M. Gayon a mesuré ces pertes de poids, et a fait voir combien elles sont grandes.

Vie extrêmement ralentie des graines.

Les résultats de ces expériences diverses sur le froid ou sur l'exosmose, ne s'opposaient pas cependant à la considération d'une vie latente absolue, mais c'est en examinant le phénomène inverse de celui de l'exosmose que naquit, chez les auteurs de ces recherches, l'idée que la vie dite latente n'est pas aussi absolument latente qu'on l'avait admis. Dans ces expériences qui avaient pour but de déterminer le pouvoir absorbant des diverses graines pour l'eau, pouvoir très inégal puisqu'il peut varier de 8 (pour le Canna) jusqu'à 125 (pour le Lupin), les auteurs tentèrent de faire absorber différentes substances par les graines. C'est en faisant ces essais, qu'ils constatèrent que le glucose ne peut pas pénétrer dans l'embryon de la Fève, du Pois, du Haricot, etc... lorsque la graine est à l'état naturel, mais y pénètre au contraire facilement si l'embryon a été tué au préalable par un moyen quelconque. Ce fait seul révèle une différence essentielle entre une matière inerte (l'embryon tué) et une matière vivante (l'embryon intact) bien que la substance soit dite à l'état de vie latente. Aussi, les auteurs ont-ils entrepris des expériences directes pour rechercher s'il ne se produit réellement aucun échange entre la graine et le milieu extérieur. Des graines laissées dans des tubes fermés, au contact de l'air clos, pendant deux ans ont révélé une absorption d'oxygène et une émission de gaz carbonique ainsi qu'une exhalation de vapeur d'eau ; c'était démontrer l'existence de la respiration et de la transpiration, d'intensités fort atténuées il est vrai, chez ces être vivants, lesquels ne sont donc pas à l'état de vie latente absolue mais seulement à l'état de vie extrêmement ralentie.

D'autres expériences faisaient voir encore qu'on ne peut considérer les graines comme une matière inerte, car dans des essais faits avec des graines mises depuis deux ans soit à l'air libre, dans une amosphère confinée, soit dans du gaz carbonique, on trouvait en les mettant, au bout de ce temps, dans des conditions favorables de développement, qu'il germe 90 à 98 °/₀ des graines laissées à l'air libre, 32 à 45 °/₀ des graines dans l'air clos et 0 °/₀ des graines laissées dans le gaz carbonique.

La légende du « blé des momies ».

S'il n'y a que 2 °/₀ de graines de Haricots, par exemple, capables de germer après être restées quelques années dans une atmosphère confinée, combien de ces graines germeraient si elles étaient de cette façon conservées pendant quarante à cinquante siècles ? On voit ainsi s'évanouir implicitement la légende du « blé des momies. » D'ailleurs depuis ces expériences, divers physiologistes ont montré que les grains trouvés dans les tombeaux égyptiens ont leur embryon desséché, rétracté et détaché de l'albumen sur lequel ils étaient appliqués, et, d'autre part, M. Maspero a fait connaître par quel subterfuge les fellahs mêlent des grains de blé de l'année à ceux qui sont retirés des sarcophages sous les yeux des archéologues. Enfin des expériences relativement récentes ont prouvé qu'en général les graines récoltées depuis plus de cent ans sont incapables de germer.

En somme, on voit que l'œuvre physiologique de van Tieghem, en ne parlant que de ceux de ses travaux qui sont purement expérimentaux, est surtout remarquable par la nature des recherches entreprises. Presque tous les Mémoires publiés par le savant Naturaliste ouvrent des directions nouvelles aux chercheurs, et ces directions ont été suivies après l'apparition de chacun de ces Mémoires suggestifs, intéressant plusieurs questions primordiales de l'Etude de la vie.

III. — CRYPTOGAMIE

Substance amylacée des Algues rouges.

Le premier travail de van Tieghem relatif aux plantes cryptogames date de 1865. C'est une intéressante Note sur la découverte d'une substance voisine de l'amidon qui se trouve dans les Algues rouges. Les globules amylacés, mis en évidence par l'auteur, ont les propriétés optiques fondamentales et la structure des grains d'amidon, mais l'iode les colore en une teinte acajou et non en bleu comme l'amidon. De plus, ces grains amylifères des Algues rouges diffèrent aussi des grains d'amidon des autres Algues par leur origine; au lieu de se produire dans les grains de chlorophylle, comme chez les Algues vertes, ils se forment autour d'eux. Dans certaines Algues rouges, ces grains sont très abondants et leur présence fait comprendre pourquoi ces Algues sont recherchées comme alimentaires par les habitants de certaines côtes ou par les Esquimaux.

Recherches sur les Mucorinées.

C'est de 1872 à 1878 que parurent successivement les résultats des beaux travaux de van Tieghem sur les Mucorinées, groupe de Champignons alors encore peu étudié. Ces cryptogames sont remarquables par la diversité de leurs formes et par leur reproduction qui, pour la même espèce, se fait tantôt par des spores nées dans des sporanges aux formes très diverses, tantôt par de singuliers œufs résultant de la conjugaison de deux cellules spéciales semblables, chez lesquelles il est impossible de distinguer une cellule mâle et une cellule femelle. En outre, comme l'a montré van Tieghem, ces œufs, au lieu de condenser, en les combinant, les protoplasmas des deux cellules qui les forment, se développent immédiatement en augmentant beaucoup de volume, et constituent, à la maturité, des sortes d'embryons plutôt que des œufs proprement dits.

Indépendamment de Notes de moindre importance publiées sur ces Champignons, van Tieghem a fait paraître sur les Mucorinées: trois Mémoires fondamentaux, dont le premier a été fait en collaboration avec M. G. Le Monnier qui était alors Agrégé-préparateur de Botanique à l'École Normale supérieure, actuellement Professeur honoraire de la Faculté des Sciences de Nancy.

Cellules de culture.

C'est dans le premier de ces Mémoires que se trouve décrite la méthode imaginée par les auteurs pour suivre sous le microscope, à l'état isolé, le développement complet de chaque espèce de Champignon depuis la germination de la spore ou de l'œuf jusqu'à la formation de nouvelles spores ou de nouveaux œufs. C'est l'application de ce procédé d'études qui donne toute sa précision et sa lucidité à la description morphologique et biologique des nombreuses Mucorinées, espèces déjà connues ou espèces nouvelles, dont l'histoire détaillée peut être lue dans cette série de publications.

L'appareil employé est extrêmement simple : au milieu d'une lame de verre ordinaire (le porte-objet du microscope) on colle avec du baume de Canada un anneau de verre de 5 millimètres de hauteur. Un petit verre à couvrir, d'épaisseur très mince, taillé en rond, peut s'appuyer sur la partie supérieure de l'anneau, sans la dépasser et vient ainsi former le couvercle de cette petite chambre. Une goutte du liquide nutritif, convenable pour l'espèce de Champignon à étudier, est suspendue au centre de la face inférieure de ce petit couvercle ; c'est dans cette goutte que l'on sème la spore à cultiver. Si l'on n'emploie pas de trop forts grossissements, cette goutte est accessible à l'observation microscopique dans toutes ses parties, à travers le verre mince, et ses bords peuvent être étudiés à des grossissements plus puissants. On peut d'ailleurs, à un certain moment, sacrifier la culture et transporter le verre mince en l'appliquant directement sur une lame de verre ordinaire pour étudier la préparation avec de plus forts objectifs.

Ainsi donc, une lame et une lamelle de verre, placées aux deux extrémités d'un court morceau de tube de verre, voilà tout le matériel de cet appareil connu maintenant sous le nom de « cellule van Tieghem et Le Monnier ».

Or, ce dispositif très simple permet de suivre avec la plus grande facilité et sans interruption aucune, heure par heure si cela est nécessaire, tout les détails de la germination de la spore, tous les caractères du mycélium végétatif qui en émane, toutes les fructifications que ce mycélium produit ; en un mot, toute la vie de la plante, quelque long que soit le temps qu'elle exige pour s'achever. Au besoin, ces cultures pouvaient être faites à l'abri de tout germe étranger.

Faux-polymorphisme des Champignons.

Grâce à l'emploi de ces « cellules de culture » disparurent les confusions nombreuses qui s'étaient produites à cette époque et qui avaient fait croire à un polymorphisme extraordinaire chez les Champignons. Lorsqu'une spore ou un germe étranger venait se mêler au développement de l'espèce étudiée, les naturalistes, même les plus exercés, voyant les filaments nouveaux qui s'intriquaient avec ceux du premier végétal ensemencé, croyaient que la seconde ou la troisième espèce enchevêtrée avec la première provenaient de la transformation réelle d'une espèce en une autre. C'est ainsi que l'on décrivait le changement d'un Botrytis en un Mucor, d'un Penicillium en une Levure, etc,.. alors que les espèces de ces genres sont complètements distinctes et ne sauraient, en aucun cas, passer d'une forme à l'autre. La méthode des « cellules de culture » permettait d'éviter toutes ces confusions, et si l'on voyait le Champignon changer la forme de son mycélium végétatif, donner des spores de divers types ou en même temps des œufs, c'était simplement par suite de son évolution propre ; il n'y avait là aucun passage d'une espèce à une autre. Il est facile de comprendre l'importance d'un pareil résultat, non seulement au point de vue de la Biologie générale, mais aussi en ce qui regarde la Philosophie scientifique. Une espèce définie ne se change pas immédiatement et sans transition en une autre espèce toute différente qui est placée par l'ensemble de ses caractères dans un tout autre groupe d'organismes. Et ce sont ces cultures, suivies attentivement au microscope, en dehors de tout mélange étranger, à partir d'une seule spore initiale, qui ont mis fin à toutes ces erreurs grossières.

Biologie des Mucorinées.

Cette longue étude des Mucorinées n'est pas d'ailleurs une Monographie, c'est-à-dire une énumération des caractères successifs des familles, des genres et des espèces de ce groupe si varié. C'est l'étude approfondie d'un grand nombre de Mucorinées intéressantes, faite non pas seulement d'une manière purement descriptive, mais poursuivie dans les variations de leurs formes et de leurs divers organes de reproduction ou de multiplication ; bien souvent aussi l'examen de leurs conditions d'existence, de l'influence du milieu extérieur et de leur physiologie. Aussi n'est-ce pas la découverte de beaucoup d'espèces nouvelles et même de genres nouveaux qui constitue le grand mérite de ces Recherches sur les Mucorinées, mais bien la description de leur mode de vie dont les traits principaux sont instructifs à l'égard de l'étude générale des êtres vivants. Il est impossible de résumer un semblable travail. Je signalerai seulement la mise en lumière de certains organes de multiplication accessoires que les auteurs nomment « chlamydospores » et qui viennent s'ajouter aux spores ordinaires ; l'examen si curieux des espèces de Mucorinées qui sont parasites d'autres Mucorinées dans lesquelles elles implantent des suçoirs particuliers ; les changements de forme qui se produisent dans une espèce donnée lorsqu'on la fait se développer en culture étouffée ; l'influence de la proportion d'oxygène sur la formation des sporanges ou des œufs etc... tous ces phénoménes sont décrits dans ce Mémoire, et illustrés, dans les planches qui l'accompagnent, avec une méthode et une précision qui ne sauraient être dépassées. Au moment de l'apparition de cette publication (et aussi, est-il juste d'ajouter, des recherches parallèles de Brefeld, qui sont à peu près de la même date) ces résultats formaient un contraste frappant avec la grande quantité de Mémoires dûs aux auteurs antérieurs. Ces publications des Mycologues laissaient dans l'esprit du lecteur une impression vague, désordonnée et étaient dépourvus de cette netteté scientifique qui accompagne toutes les descriptions des cultures de van Tieghem et Le Monnier.

Nouvelles recherches sur les Mucorinées.

M. Le Monnier ayant été nommé à la Faculté des sciences de Besançon, van Tieghem continua seul ces recherches, sans préjudice d'autres travaux de nature diverse. S'il continua ainsi à étudier les Champignons de ce groupe, c'est qu'il ne pouvait s'arracher à ce spectacle incessant de formes nouvelles et merveilleuses qui lui apparaissaient successivement dans cette petite goutte de culture, sous son microscope, où il voyait se dérouler les paysages fantastiques produits par les développements bizarres et inattendus de tous ces infimes organismes, aussi variés dans leurs formes élégantes et multiples que les végétaux gigantesques des régions tropicales. Aussi van Tieghem publia-t-il en 1875 un second Mémoire intitulé « Nouvelles recherches sur les Mucorinées » et un autre encore en 1878 : « Troisième Mémoire sur les Mucorinées », l'un et l'autre accompagnés de planches dessinées par l'auteur. Dans le second Mémoire, van Tieghem décrit en détail le développement du curieux genre *Pilobolus* dont les sporanges tout entiers, avec les spores qu'ils contiennent, sont brusquement projetés à une assez grande distance par la rupture suivant un cercle qui se produit au-dessous d'un anneau gélatineux ; cette rupture elle-même est causée par la pression du liquide intérieur du filament sporangifère, laquelle exige pour se manifester une structure et une forme spéciales de ce filament. C'est encore dans ce Mémoire, où sont examinées avec soin les nombreuses espèces, dont beaucoup sont nouvelles, que l'auteur expose la découverte de divers Champignons parasites des Mucorinées, mais qui ne sont pas d'autres Mucorinées comme les parasites déjà décrits précédemment. Ces nouveaux Champignons ennemis appartiennent à cinq genres différents de l'ordre des Ascomycètes.

Parmi les faits nombreux que renferme le troisième Mémoire, je retiendrai seulement ce qui concerne la découverte du nouveau genre Absidia et de ses diverses espèces ainsi que la description de deux Champignons nouveaux du genre Mucor. Ces Absidia sont de singulières Mucorinées qui développent leurs filaments en arcades successives, arrondies ou en ogive, reproduisant en miniature l'aspect de ces bordures en arcades que l'on voit dans les jardins pour protéger les pelouses et les plates-bandes. Au pied de ces courbures, se trouvent de petits crampons les attachant sur le substratum (pain ou orange préalablement stérilisés, par exemple) qui leur sert de nourriture. C'est au sommet de chacune de ces arcades que se produit un élégant petit bouquet de spores pédicellées et c'est sur leurs ramifications que peuvent parfois se former les œufs entourés chacun de délicats ramuscules qui leur constituent une enveloppe protectrice. Quant à deux espèces nouvelles de Mucor, trouvées aussi par l'auteur, le *Mucor circinelloides* et le *Mucor spinosus,* elles sont particulièrement remarquables au point de vue physiologique : car, comme l'a fait voir M. Gayon, ces organismes ont à un degré important la propriété de produire la fermentation alcoolique, de la même manière que la levure de bière, lorsqu'on les immerge à l'abri de l'oxygène dans un liquide sucré, propriété déjà signalée antérieurement pour le *Mucor racemosus.* Les produits de la fermentation alcoolique du glucose par le *Mucor circinelloides* ne diffèrent pas par leur nature des produits que donne la levure de bière pure dans les mêmes conditions, et cette espèce de Mucorinée peut fournir jusqu'à 5 ou 6 °/₀ d'alcool. Signalons, en passant, ce lien entre les études de van Tieghem sur les fermentations et ses travaux sur les Mucorinées.

Reproduction des Basidiomycètes.

Le 8 février 1875, van Tieghem publie une grande découverte dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences. Le 15 novembre de la même année, ayant continué ses expériences et s'étant aperçu qu'il a interprété trop vite des faits exactement observés, le même auteur publie la négation de cette découverte. Il est difficile de trouver un plus bel exemple de conscience scientifique. Voici quelle était la question.

On sait que la reproduction par œufs est connue chez beaucoup de Champignons dits « inférieurs », qui sont filamenteux et généralement microscopiques, tandis qu'on ne connaissait pas la formation des œufs chez les Champignons dits « supérieurs », ceux que tout le monde connaît vulgairement, et en particulier chez les Basidiomycètes, groupe considérable qui comprend, comme on sait, tous les Champignons dont l'appareil sporifère est formé par une sorte de chapeau soutenu sur un pied. Les Coprins, par exemple, sont des Champignons dont beaucoup d'espèces sont très communes et dont on voit par groupes les chapeaux délicats se développer au-dessus du sol dans les vergers ou sur le fumier. Or, van Tieghem avait étudié des filaments du mycélium végétatif de Coprins qui produisaient des bouquets de petits bâtonnets microscopiques, et tous ses efforts pour faire germer ces petits bâtonnets étaient demeurés inutiles. D'autres parties de filaments de la même espèce produisent des renflemenfs en forme d'ampoule terminée par une courte papille, et ces ampoules, livrées à elles-mêmes, se vident et dépérissent. Mais si on dépose les petits bâtonnets sur ces ampoules, quelques-uns se fixent sur la papille terminale, s'anastomosent avec les ampoules et forment des tubercules qui en se développant peuvent produire l'appareil sporifère avec son pied et son chapeau. De ces faits incontestables, et qui ont été vérifiés ensuite par plusieurs savants, van Tieghem avait cru pouvoir conclure à la découverte de la formation de l'œuf chez les Basidiomycètes par sexualité, les bâtonnets constituant les cellules mâles, et les ampoules les cellules femelles.

Mais, en poursuivant ses expériences et ses cultures, van Tieghem put obtenir d'une part des appareils sporifères de Coprins, en culture pure, en partant d'une spore ordinaire de ce Champignon sans production de bâtonnets ni d'ampoules; et d'autre part, en réalisant certaines conditions favorables, il réussit à faire germer les bâtonnets seuls et à produire ainsi de nombreux Coprins. Par conséquent il n'y a là aucune sexualité ni formation d'œufs, et ces petits bâtonnets sont seulement des sortes de spores supplémentaires du Champignon n'ayant ni la même forme ni le même mode de production que les spores ordinaires situées sur les lamelles qui sont à la partie inférieure du chapeau.

Aussi la seconde Note, celle du 15 Novembre 1875 est-elle intitulée « Sur le développement des fructifications de Coprins et sur la prétendue sexualité des Basidiomycètes » l'auteur appelant « prétendue sexualité » celle qu'il avait publiée lui-même. Il dit d'ailleurs, dans cette Note : « J'ai le devoir de faire disparaître au plus tôt une erreur que j'ai contribué à accréditer ».

Recherches sur les Ascomycètes.

Van Tieghem a publié, de 1875 à 1884, une série de Notes et de Mémoires sur le développement de Champignons divers appartenant au grand groupe des Ascomycètes et sur la découverte d'espèces ou même de genres intéressants tels que les *Ascodesmis* et les *Monascus*. L'étude de l'évolution de beaucoup d'Ascomycètes montre à l'auteur avec quel peu de netteté on avait établi l'existence de leur reproduction sexuée, telle qu'elle était admise alors d'après les travaux de Mycologues exercés. Depuis cette époque, les perfectionnements de la technique ont permis de mettre en évidence, avec détail, les noyaux des cellules de ces Champignons, et c'est de ce côté, plus encore que dans la fusion de tubes mycéliens spéciaux que les auteurs récents ont recherché de nouveau la sexualité des Ascomycètes ; certains mêmes ont été jusqu'à attribuer à ces Champignons deux sexualités successives dans le développement d'une même espèce. En tout cas, la question n'est pas actuellement encore élucidée d'une façon générale, et van Tieghem par ses études suivies avait eu le mérite de faire disparaître des erreurs d'interprétation qui tendaient malheureusement à devenir classiques. C'est au cours de ces recherches, indépendamment de toute théorie, que van Tieghem a donné de nombreux aperçus relatifs à la morphologie comparée des Ascomycètes ou à propos de leur classification fondée à la fois sur leur développement et sur leurs divers appareils sporifères ; quelquefois même il a traité de leurs affinités avec les autres groupes.

On peut citer, comme se rapportant à ce dernier point, la découverte du genre *Monascus*, sorte d'Ascomycète simplifié dont la fructification réduite à une seule asque, est portée sur un filament dressé comme un sporange de *Mucor*, d'où une transition inattendue entre les Ascomycètes et les Mucorinées.

Organismes aberrants.

C'est au cours de ces recherches que l'auteur publia, comme en passant, la description de nouveaux organismes appartenant aux divisions les plus diverses des Cryptogames inférieurs parmi lesquels se trouvent des êtres aberrants fort curieux. Tel est le *Dimystax Perrieri* dont le nom générique indique la présence de deux moustaches de cils vibratils qui s'agitent en une onde se transmettant de proche en proche du cil le plus externe au cil le plus interne ; c'est un organisme marin, pourvu de chlorophylle, mais qui rappelle par plusieurs caractères certains animaux inférieurs, de telle sorte qu'on ne saurait dire si c'est une plante ou un animal. Tel est encore un exemple pour ainsi dire inverse, c'est un être qui vit dans la vase, là où se dégage en abondance le gaz des marais. Cet être organisé, jusqu'alors inconnu, et que van Tieghem a nommé *Sycamina nigrescens* se rangerait par sa forme et son développement dans une famille d'Algues, celle des Volvocinées, mais à l'encontre de tous les représentants de cette famille, il est dépourvu de chlorophylle. Ce sont encore des études sur divers genres de Bactéries (Bactéries agrégées, *Spirillum amyliferum*, organismes plus ou moins intermédiaires entre les Bactéries et les Algues), Myxomycètes nouveaux, etc... autant de Notes qui, chacune, sous une forme condensée, renferment une découverte originale provoquant de nouveaux aperçus.

La vie dans l'huile.

Toute une autre série de recherches de van Tieghem relatives cette fois à la physiologie des Cryptogames, porte sur une question biologique qui n'avait été abordée avant lui par aucun expérimentateur. Elles sont relatives à la « vie dans l'huile », et leurs résultats ont été publiés en 1880 et 1881. L'auteur a réussi à faire vivre et se développer dans de l'huile pure, complètement dépourvue d'eau, des organismes inférieurs très variés, Moisissures, Levures ou Monères. Ce sont là des conditions d'existence tout à fait spéciales et l'étude détaillée de cette Biologie particulière est faite avec un soin méticuleux. L'un des points les plus curieux de cette vie dans l'huile, étudié par van Tieghem, est le suivant. Les fonctions physiologiques ne peuvent, on le sait, se produire sans eau, or les huiles employées pour ces cultures, et dans lesquelles étaient immergés les organismes, ne contiennent pas d'eau. L'auteur examine cette question avec grand soin, et prouve expérimentalement que les êtres vivants susceptibles de s'adapter à la vie dans l'huile, réalisent la synthèse de l'eau nécessaire à leur existence en la fabriquant à l'intérieur de leur substance vivante aux dépens de l'hydrogène de l'huile et de l'oxygène que l'huile renferme à l'état de dissolution. Plus tard, à mesure que le végétal vieillit, l'eau devenant trop abondante dans ses tissus, le suc cellulaire de couleur rosée se trouve rejeté par l'organisme à travers les membranes cellulaires, et apparaît à sa surface comme de très fines petites perles roses qui y restent adhérentes.

L'ensemble des travaux de van Tieghem sur les Cryptogames et principalement sur les Champignons est, comme on vient de le voir, d'une ampleur et d'une originalité saisissantes. Le principal intérêt de ces investigations n'est pas seulement dans le grand nombre de formes nouvelles d'organismes décrites et figurées par le savant Naturaliste, mais surtout dans l'examen approfondi de leur évolution, de leurs divers modes de vie et de leurs si curieuses propriétés physiologiques.

IV. — ANATOMIE GÉNÉRALE

Anatomie topographique.

Malgré les travaux de première importance qui viennent d'être passés rapidement en revue dans les pages précédentes, c'est surtout comme anatomiste que van Tieghem est le plus généralement connu dans le monde savant, à ce point que certains Comptes-Rendus de l'œuvre de van Tieghem qui viennent de paraître en divers pays, notamment en Amérique, ne parlent que des travaux anatomiques du savant. Ce n'est pas que les découvertes dont il vient d'être parlé plus haut soient moins importantes que les résultats obtenus par van Tieghem dans l'étude de l'organisation des plantes, mais cette réputation spéciale du Naturaliste sur ce point, tient à ce que l'anatomie générale se trouve avoir partout une plus large place dans l'enseignement que la Botanique expérimentale. C'est encore parce que les recherches anatomiques sont très nombreuses et que les questions d'ordre absolument général en Anatomie se trouvent intervenir dans toutes les descriptions de la structure des végétaux.

Tandis qu'en Allemagne, depuis Schwendener jusqu'à Haberlandt, se développait une « anatomie physiologique », van Tieghem, inspiré en partie par les recherches de Hanstein, créait une nouvelle Anatomie, complètement indépendante du rôle des divers organes de la plante ou des fonctions des différentes cellules, une Anatomie topographique, pourrait-on dire, fondée sur les homologies des tissus et sur leur origine première aux dépens des cellules initiales. « C'est là, dit M. Le Professeur Chodat (1), qu'il s'est plus particulièrement révélé habile anatomiste, scrupuleux descripteur et vraiment novateur » et qu' « en un mot, il systématise pour la première fois cette branche de la Botanique ».

Recherches sur les Aroïdées.

L'ébauche de ces idées générales sur l'anatomie végétale se trouve déjà dans le premier Mémoire de van Tieghem, c'est-à-dire dans sa thèse pour le Doctorat es-sciences naturelles, parue en 1867, qui a pour titre : « Recherches sur la structure des Aroïdées ». C'est dans cette thèse, en effet, que l'on peut lire pour la première fois, exposées d'une façon parfaitement nette, la différence de structure vasculaire fondamentale qui se présente entre la racine, la tige et la feuille. De plus, comme chez les Aroïdées il ne se produit pas ces formations de tissus secondaires qui peuvent souvent par leur précocité obscurcir l'étude de la structure anatomique, la distinction des trois membres de la plante (racine, tige, feuille) se trouve plus facilement éclairée. Ce qu'il faut remarquer surtout, dans ce premier travail, c'est que partout aux descriptions anatomiques des tissus se trouvent jointes celles de leur évolution. L'auteur fait voir ainsi que ce n'est pas seulement l'aspect, le calibre relatif et les ornements divers des vaisseaux qui différencient la structure de deux organes, la racine et le pétiole, par exemple, mais aussi l'ordre d'apparition, l'âge relatif et le sens du développement de ces divers éléments. On y voit ainsi nettement que dans une même formation vasculaire du bois (éléments conducteurs de la sève brute), les vaisseaux les plus petits sont en même temps les plus anciens ; il en résulte qu'on peut suivre leur ordre de formation qui est centripète dans la racine, centrifuge dans la tige et qui va, dans la feuille, de la face supérieure à la face inférieure. L'auteur montre qu'il n'en est pas de même pour les formations libériennes (conductrices de la sève élaborée) dont les éléments se forment d'une manière centripète aussi bien dans la tige que dans la racine.

---

(1) *Revue Générale des Sciences*, 30 Juillet 1914.

Les
trois membres
de la plante.

C'est là le point capital qui conduisit van Tieghem à distinguer anatomiquement trois membres de la plante, et seulement trois membres dans tous les cas, qu'il s'agisse de rhizomes, de rameaux aplatis ou « cladodes » de feuilles sans limbe ou « phyllodes », de sépales, de pétales, d'étamines, de carpelles ou d'ovules, ou encore de tous les organes problématiques auxquels les botanistes descripteurs ont donné des noms spéciaux et variés pour masquer l'ignorance où ils étaient de leur véritable nature. En un mot, dans cette conception, dont la simplicité et la rigueur ont causé le succès universel, toutes les parties quelconques de tous les végétaux vasculaires peuvent se ramener à trois, et dans presque tous les cas l'examen d'une coupe transversale de l'organe suffit pour reconnaître, au premier coup d'œil, si l'on a affaire à une tige, à une feuille ou à une racine.

Symétrie
des tissus
vasculaires.

L'exposé de ces vues générales se trouve dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences le 18 Janvier 1869, puis, choisissant comme exemple un des trois membres de la plante, van Tieghem publie un grand Mémoire fondamental sur la racine en 1871. Ce mémoire est précédé d'une introduction où se trouve développé l'ensemble des considérations anatomiques sur cette grande question de la distinction des trois membres de la plante par les caractères de leurs tissus vasculaires.

Cette symétrie vasculaire doit être comprise de la manière suivante : les tissus conducteurs dans la tige et dans la racine sont symétriques par rapport à un axe ; les tissus conducteurs dans la feuille sont symétriques par rapport à un plan.

Enoncée sous cette forme, la proposition peut sembler trop géométrique ou trop évidente, mais elle n'est en réalité ni géométrique ni évidente. En effet, cette symétrie, dans la pensée de l'auteur, ne devait pas être prise dans le sens de celle définie par les géomètres, mais plutôt dans le sens adopté par les minéralogistes. Dès lors, la coupe transversale d'un tissu est symétrique par rapport à un axe si, en la faisant tourner d'un tour de circonférence sur elle-même on aperçoit au moins deux fois la même figure ; dans le cas contraire, la coupe de l'organe offre nettement une droite et une gauche, et si on la considére en la faisant tourner d'un tour de circonférence sur elle-même on n'aperçoit jamais qu'une seule fois la même figure C'est ainsi qu'il faut comprendre cette manière de voir, et non en cherchant dans le tissu étudié des points symétriques qui soient tous mathématiquement, deux par deux, à la même distance d'un axe ou d'un plan.

Voilà pour la symétrie ; voyons maintenant en quoi ces caractères ne sont pas évidents. On a dit que la tige et la racine étant extérieurement symétriques par rapport à un axe et que la feuille étant bilatérale, il n'y avait rien d'extraordinaire à ce qu'il en soit de même pour leurs tissus vasculaires, et que par conséquent, il n'y avait aucun fait nouveau dans cette conception. C'est là une grande erreur, et c'est ne pas vouloir comprendre en quoi consiste le critérium anatomique imaginé avec tant de sagacité par van Tieghem. Pour faire saisir l'intérêt et la profondeur de ce critérium, je prends quelques exemples :

Applications du critérium de symétrie.

Les *Tæniophyllum* sont des Orchidées épiphytes qui étalent à la surface de la plante ligneuse sur laquelle ils croissent, des organes verts, aplatis, différents à leur face supérieure et à leur face inférieure, de contour assez indéterminé. Que sont ces organes? Coupons l'un d'eux en travers; c'est seulement sur une petite surface de la coupe, vers son milieu, que nous trouverons la partie vasculaire de l'organe, et nous y voyons la coupe de faisceaux vasculaires disposés symétriquement par rapport à un axe; donc, d'après le critérium proposé, cet organe vert aplati, ayant un dessus et un dessous n'est pas une feuille. Regardons à un plus fort grossissement cette partie vasculaire de la coupe, nous y reconnaissons l'alternance de faisceaux du bois à développement centripète avec des faisceaux du liber à développement également centripète; donc cet organe n'est pas une tige, c'est une racine. Et nous arrivons par l'étude d'une simple coupe transversale à cette conclusion inattendue que viendra ensuite confirmer l'étude de la naissance et du développement de cet organe qui, morphologiquement, présente les autres caractères fondamentaux d'une racine. L'anatomie physiologique, et non topographique, de ce même organe aurait pu nous tromper car en voyant ses cellules à chlorophylle disposées d'un côté de cette partie aplatie et bifaciale nous aurions été tenté de la prendre pour une feuille, dont elle a en effet les fonctions, mais dont elle n'a pas la véritable nature. Autre exemple : les botanistes descripteurs considérent comme feuilles, les expansions vertes, divisées en lanières, que l'on voit se produire sur les tiges submergées de Mâcre ou Châtaigne-d'eau. *(Trapa natans)*. Le même criterium démontre que les soi-disant feuilles sont des racines vertes ramifiées.

Que l'on coupe maintenant en travers un fragment d'un de ces nombreux pétioles qui sont absolument cylindriques extérieurement, c'est-à-dire dont la surface est symétrique par rapport à un axe. Examinons sur la coupe la disposition de ses tissus vasculaires; ils sont nettement symétriques par rapport à un seul plan. Donc ce fragment cylindrique appartient à une feuille et c'est la disposition de ses vaisseaux qui révèle la nature de cet organe. Si l'on suppose, ainsi que cela se produit parfois, qu'un pareil fragment soit fossilisé, on le prendra pour une tige si on se contente de l'examiner à l'extérieur.

Etudions ensuite une des ramifications aplaties et vertes, comme il s'en trouve chez des espèces de Genêts, chez les *Rhipsalis* et dans tant d'autres plantes; une coupe transversale y révélera la symétrie vasculaire par rapport à un axe, le liber primaire opposé au bois primaire et non alterne, le développement du liber centripète tandis que celui du bois est centrifuge; c'est donc une tige, et non une feuille comme pourrait le faire croire l'aspect extérieur de l'organe.

Il résulte de tout ceci que la vue profonde de van Tieghem démontrait ce fait : c'est en général dans la partie vasculaire que réside la caractéristique des trois membres de la plante et, dans presque tous les cas, souvent si trompeurs en apparence, c'est là qu'il faut chercher, comme dans une condensation spéciale des tissus les plus essentiels, la révélation de la vraie nature d'un organe qui semble mal défini.

Anatomie de la racine.

Le grand Mémoire de van Tieghem sur la racine est une application, pour ce membre de la plante, de cette manière générale de concevoir l'anatomie topographique ; il est illustré de nombreuses figures, dessinées par l'auteur et groupées dans les six planches qui accompagnent ce travail. La plus grande confusion régnait en Anatomie sur la structure des racines, car bien des auteurs avaient confondu, dans leurs comparaisons, les tissus vasculaires primaires, c'est-à-dire ceux qui apparaissent les premiers, avec des tissus qui, chez beaucoup de plantes, se produisant ensuite, prennent parfois une prépondérance très grande et finissent par masquer la disposition primitive des faisceaux vasculaires. La distinction très nette, établie par van Tieghem entre ces deux sortes de tissus successifs d'un même organe, et je dirai même l'accentuation peut-être un peu absolue de cette distinction, donna la clé des justes comparaisons à établir dans les tissus des diverses racines (et aussi par là même des diverses tiges). Certes, les travaux de Nægeli et Leitgeb avaient éclairé la structure anatomique de beaucoup de racines, mais les nombreux cas litigieux n'avaient pas été abordés par ces auteurs, et, si l'on prenait l'ensemble de tous les travaux des anatomistes d'alors sur l'organisation de la racine, il en résultait une sorte de chaos inextricable semé d'erreurs qui paraîtraient aujourd'hui incroyables. Le Mémoire de van Tieghem, sous une forme peut-être un peu absolue et dirait-on trop précise à certains égards, apporta tout à coup la lumière dans cette étude histologique alors si obscure. Et c'est précisément à cause de cette forme de rédaction très serrée, de cette précision poussée très loin dans les termes et dans la définition des tissus, qu'une limpidité parfaite se répandit dans toute l'anatomie générale à la suite de cette publication.

Anatomie de la fleur.

De cette anatomie nouvelle, fondée sur la disposition des faisceaux conducteurs, van Tieghem voulut faire une application aux questions les plus difficiles et qui semblaient les plus compliquées de la structure des plantes. Il s'attaqua délibérément à l'étude anatomique générale de la fleur, du fruit et de la graine. Parmi les Mémoires très nombreux qu'il publia sur ce genre d'études, je me bornerai à citer les deux principaux : le premier est intitulé « Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées » ; il est accompagné de dix planches, et a paru en 1869 ; le second a pour titre « Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur » ; à ce dernier Mémoire considérable est joint un atlas contenant vingt-six planches doubles qui renferment chacune de très nombreuses figures, toutes dessinées par van Tieghem ; ce second travail a été inséré, en 1871, dans les Mémoires des savants étrangers à l'Académie des Sciences.

Fleur des Gymnospermes.

L'auteur, par le premier de ces travaux, traite de la fleur des Gymnospermes en l'examinant dans les trois grands groupes de ce sous-embranchement du règne végétal : Cycadées, Conifères, Gnétacées. Les Gymnospermes, si intéressants par leurs caractères qui les relient aux Cryptogames vasculaires d'une part et qui d'ailleurs peuvent être aussi, dans une certaine mesure, rattachées aux Angiospermes par les Gnétacées, ont joué un rôle très important, aux diverses époques de l'histoire de la Terre, dans la végétation du globe. L'étude de ces végétaux qui semblent avoir évolué parallèlement aux autres groupes dans la suite des temps, et dont les caractères de reproduction ont comblé le fossé qui séparait les plantes à fleurs des plantes sans fleurs, a toujours captivé van Tieghem qui avait pour l'examen de leurs caractères si frappants une prédilection toute particulière. Aussi le savant Naturaliste revient-il sur ce sujet dans toutes les périodes de sa longue carrière scientifique.

Dans ce premier Mémoire de 1869, il s'agit d'appliquer les principes généraux d'Anatomie qui viennent d'être énoncés, à l'inflorescence, à la fleur femelle et à l'ovule des Gymnospermes. Il faut savoir qu'à cette époque, on admettait, sans preuves, que l'ovule des Gymnospermes devait être considéré dans tous les cas comme le prolongement même de la tige ou du rameau ; de plus, tous les auteurs considéraient le cône des Conifères ou l'inflorescence femelle de toutes les Gymnospermes comme représentant une fleur, c'est-à-dire comme formé d'un axe portant directement des écailles qui sont des feuilles modifiées. Remarquons que si toutes ces notions hypothétiques peuvent paraître absurdes à un botaniste actuel, c'est simplement parce que c'est van Tieghem qui a démontré dans ce Mémoire la fausseté de ces hypothèses, et que, par la subtile analyse anatomique de tous ces organes, il a fait voir que l'ovule des Gymnospermes n'est jamais une tige, mais toujours un lobe de feuille ou une partie plus ou moins grande d'une feuille. C'est aussi parce que l'auteur, examinant les écailles ou bractées qui sont développées dans ces inflorescences a trouvé par son critérium anatomique que le cône est en réalité un épi de fleurs, une inflorescence et non pas une fleur. Ces résultats ont une très grande importance non seulement dans l'étude comparée des Gymnospermes actuellement vivantes, mais aussi dans l'examen des nombreuses formes fossiles si admirablement conservées par la silicification, et aussi pour leur comparaison avec les formes cryptogames les plus élevées en organisation. D'ailleurs, par d'autres méthodes, telles que la recherche du développement de ces divers organes floraux et fructifères, par une anatomie comparée encore plus étendue, par des types nouveaux ultérieurement décrits, les conclusions de van Tieghem se sont trouvées pleinement justifiées, et là encore la lumière a été faite par lui sur un sujet entouré d'obscurité.

Fleur des Angiospermes.

Quant au second Mémoire, plus important encore, il a trait à la structure générale des fleurs des Angiospermes, dont les exemples sont pris dans les espèces les plus variées appartenant à soixante-sept familles différentes. Mais avant de parler des résultats de ce travail magistral, il est nécessaire de rappeler que dans cette période encore récente de l'histoire de la science, les Naturalistes n'étaient pas d'accord sur la nature et la constitution de la fleur. Les uns, avec Schleiden, imaginaient que tous les placentas sur lesquels sont attachés les ovules appartiennent à la tige, tandis que le reste des carpelles serait seulement de nature foliaire ; les autres, avec Brongniart et par des considérations fondées surtout sur l'examen des anomalies, supposaient que les placentas et les ovules devaient être au contraire considérés comme des dépendances des feuilles florales ou carpelles ; enfin, comme terme moyen, se trouvait une sorte d'école mixte où se réunissaient les botanistes qui admettaient que les deux considérations opposées pouvaient être vraies, la première s'appliquant à certaines fleurs, la seconde à certaines autres. D'où encore, sur ce point capital, l'incohérence et la confusion.

Théories édifiées *a priori*, hypothèses non fondées sur des faits positifs, arguments déduits des monstruosités ou anomalies, examen extérieur et sans étude anatomique des petits mamelons successifs qui apparaissent dans le très jeune bouton floral, aucune de ces considérations ne pouvait entraîner ni sécurité dans les déductions ni conviction scientique établie. C'est donc ce sujet si difficile, si controversé, que van Tieghem eut le courage d'aborder par la méthode anatomique Et que d'obstacles la Nature n'avait-elle pas placés contre la facilité d'investigations de ce genre ? Ce sont bien toujours les mêmes éléments qui constituent les différentes fleurs, ce sont toujours les sépales du calice, les pétales de la corolle, les étamines de l'androcée, les carpelles du gynécée, mais quelle infinie variété dans les formes de ces éléments, dans la cohésion plus ou moins grande de ces diverses formations entre elles ou d'une sorte à l'autre ! Il y a plus de cent soixante manières principales dont ces diverses parties de la fleur peuvent s'agencer par cohérence ou ramification, et chacun de ces types d'agencement comporte lui-même un certain nombre de modifications secondaires importantes. On conçoit que tant de morphologistes et de botanistes descripteurs se soient égarés dans ce détale, et van Tieghem s'y serait perdu sans nul doute comme les autres s'il n'avait pas eu ce fil conducteur de l'anatomie des tissus vasculaires pour l'amener vers le but si longtemps cherché.

Appliquant, en effet, à cette recherche ardue, les principes fondés sur les faits établis par lui à propos des organes végétatifs, l'esprit de l'auteur pénètre jusque dans la plus délicate anatomie des faisceaux vasculaires de tous les organes de la fleur, et c'est toujours par leur disposition, leurs soudures, leurs ramifications, leurs anastomoses, qu'il arrive à résoudre pour les fleurs des différentes familles naturelles le problème qu'il s'est posé. Or, ce n'est pas seulement dans le texte abondant et substantiel du Mémoire qu'on peut se rendre compte des difficultés vaincues, c'est surtout en regardant les 544 figures des préparations anatomiques dessinées par l'auteur sur les planches de l'atlas qui l'accompagne.

Conclusions générales sur la fleur.

Voici d'ailleurs quelles sont les conclusions de cette étude fondamentale, et ces conclusions ont été admises et vérifiées ensuite par tous les Naturalistes, qu'ils soient anatomistes ou systématiciens :

« La fleur est une somme d'appendices, et ce sont les plus internes de ces appendices qui consacrent une partie de leur propre substance à la formation des corps reproducteurs. L'ovule est toujours inséré sur une feuille, et il représente un lobe plus ou moins grand de cette feuille ».

Il est difficile de concevoir une conclusion plus nette et plus simple.

On peut faire, au sujet de ce Mémoire, une remarque curieuse. Parmi tant de fleurs dont la structure intime est décrite minutieusement par van Tieghem, une seule ne paraît pas absolument conforme à la règle, c'est celle du Lychnis blanc, cette plante si commune en Europe et qui fleurit au printemps et en été dans les prairies. Or l'année dernière, à propos de recherches faites sur les entre-nœuds de la fleur, deux auteurs ont fait voir que cette soi-disant exception rentrait en réalité dans le cas général, et que la conclusion précédente s'applique aussi bien à la fleur du Lychnis blanc qu'à toutes les autres. Lorsque je lui remis le tirage à part de la communication où cette rectification était mentionnée, cela fit sourire van Tieghem, et le reporta par la pensée à ces recherches déjà si lointaines.

Contradicteurs de van Tieghem.

Mais il ne faudrait pas croire que ce fût sans lutte, sans protestations, sans attaques multiples contre l'auteur que ces idées nouvelles de van Tieghem sur l'anatomie générale finirent par être acceptées.

Il y eut alors deux catégories bien distinctes de contradicteurs : ceux qui ne comprenaient pas et ceux qui comprenaient mais qui ne voulaient pas comprendre.

Les botanistes purement descripteurs, habitués à cet examen superficiel qui leur suffisait, croyaient-ils, pour déterminer les organes des végétaux, furent tout d'abord suffoqués par l'apparence mathématique des travaux de van Tieghem. D'après eux, ce n'était pas là de la Botanique. Les considérations de symétrie auxquelles, sans en comprendre l'essence, ils attribuaient une valeur purement géométrique, les nombreuses formules florales (si simples cependant) qui se trouvent à presque toutes les pages du Travail sur la fleur que je viens de citer, la netteté des expressions, les schémas de beaucoup de figures, tout cet ensemble les effrayait et les déconcertait. Aussi, ces botanistes renoncèrent-ils du premier coup à essayer de mêler en quoi que ce soit ces considérations d'ordre supérieur, regardées par eux comme de simples folies d'un mathématicien égaré, à leurs études dites organographiques. Pendant bien longtemps, encore maintenant oserai-je dire, pour un certain nombre d'entre eux, ils continuèrent à dénommer racines des organes souterrains qui sont incontestablement des tiges, fleurs certaines inflorescences, calice la partie de la fleur qui est commune au calice et à toutes les autres feuilles florales, graines des fruits, feuilles des rameaux aplatis, etc.. etc... autant d'erreurs absolues, qui se perpétuent dans les Flores, mais de moins en moins il faut bien le reconnaître.

D'autres adeptes de la Science des végétaux, Professeurs officiels dans les Facultés des sciences ou de médecine, se plaçaient à des points de vue différents dans leur contradiction. S'ils enseignaient qu'il fallait « se méfier des lois énoncées par le pseudo-Naturaliste de la rue d'Ulm » (1), ils daignaient cependant discuter les résultats énoncés. Les uns rappelaient la phrase de Claude Bernard : « Il n'y a pas de définitions en Sciences naturelles », ne voulant pas voir que la définition des trois organes de la plante n'était pas faite *ex professo* mais apparaissait au contraire comme la résultante des faits réels observés. D'autres s'ingéniaient à chercher des exceptions aux propositions établies. Un Professeur-Agrégé de la Faculté de Médecine de Paris parut fort satisfait d'en avoir trouvé une qui devait renverser tout l'édifice construit par van Tieghem, c'était le pétiole de la feuille de Lierre ; encore fallait-il le couper à un certain niveau pour y trouver l'apparence d'une symétrie par rapport à un axe dans ses tissus vasculaires alors que cet organe appartient visiblement à une feuille. Malheureusement, ce Professeur, d'ailleurs très intelligent, n'était pas un histologiste exercé, car tout élève préparant actuellement la licence, aux travaux pratiques, est très capable de reconnaître que cette coupe n'est pas symétrique par rapport à un axe, mais y décelera facilement, par la différence de développement dans l'anneau vasculaire de ce pétiole de Lierre, même à l'endroit spécial indiqué par le contradicteur, le plan de symétrie unique qui détermine cet organe comme étant de nature foliaire.

---

(1) Van Tieghem était alors Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure, rue d'Ulm.

Il y eut aussi contre le jeune anatomiste des attaques d'un autre genre, des attaques de mauvaise foi, dignes d'un journaliste de bas étage. De même que Baillon avait altéré les textes dans l'Œuvre de Decaisne pour réfuter aisément les lignes qu'il y avait introduites lui même, un de ses élèves crut bien faire en employant le même procédé contre van Tieghem. Par exemple, dans son Mémoire sur la fleur, van Tieghem, à propos de l'évolution de chacune des parties qui la constitue, écrit que ces proéminences qui apparaissent dans le très jeune bouton « sont encore de petits mamelons celluleux ; mais dans leur profondeur il s'établit, entre eux et l'axe sur lequel ils naissent des liaisons *bientôt* vasculaires. » Or le contradicteur auquel je fais allusion cite la phrase en changeant le mot le plus important ; il imprime en italiques, dans la citation : « des liaisons *d'abord* vasculaires » et s'étonne ensuite de ce non-sens qu'il a lui-même fabriqué.

Mais van Tieghem ne se montra pas le moins du monde ému de toutes ces attaques. Il ne consentit jamais à laisser s'entamer la plus petite polémique. Il laissait dire — et il continuait à travailler. Il savait bien que sur tous ces sujets anatomiques, mille fois vérifiés par lui et confirmés ensuite au moyen de méthodes différentes, pour que la vérité soit reconnue, le temps serait son principal auxiliaire.

Ouvrages d'Enseignement.

Toutefois, pour la diffusion des faits et des idées dans le grand public des Naturalistes, on pourrait attendre bien des années, en ne comptant que sur le temps et sur l'érudition de futurs chercheurs allant consulter des publications enfouies dans les Recueils très spéciaux ou dans les Mémoires de l'Académie. C'est, en fait, par des ouvrages d'Enseignement que les idées de van Tieghem sur l'ensemble de l'Anatomie topographique, sur l'homologie et l'origine des tissus ainsi que sur la nature des organes se trouvèrent bientôt répandues.

Traduction de l'ouvrage de Sachs.

Ce furent d'abord les notes importantes et originales qui accompagnaient la traduction faite par van Tieghem du Traité de Botanique de Sachs. L'Anatomie, telle qu'elle était exposée, dans cet ouvrage du Professeur de Würzbourg, n'était précisément ordonnée ni par chapitres sur chacun des membres de la plante ni par régions de tissus dans l'un quelconque de ces membres ; c'était plutôt une sorte d'anatomie physiologique dans laquelle les tissus et les organes étaient groupés par leur rôle. Le traducteur ne changea rien à cet ordre et respecta intégralement partout le texte de l'auteur, mais l'introduction de Notes faisait entrevoir comment van Tieghem aurait compris cet exposé s'il l'avait rédigé lui-même. L'essentiel c'est que le contenu de ces annotations, dont quelques-unes sont très développées et même accompagnées de figures spéciales, faisait déjà comprendre aux lecteurs les traits essentiels de l'anatomie topographique, et détruisait certaines erreurs accréditées. Je ne citerai comme exemple qu'une seule question, d'ailleurs très importante, et qui avait déjà fait l'objet d'un exposé rédigé par van Tieghem dans l'introduction de son grand Mémoire sur la fleur.

Tige des Monocotylédones et des Dicotylédones.

Il était classique à cette époque d'opposer la structure des tiges des Dicotylédonées à celle des tiges des Monocotylédonées en prenant pour exemple la tige d'un arbre dicotylédone telle que celle d'un Chêne et la tige d'une Monocotylédone arborescente telle que celle d'un Palmier. La première était caractérisée par des couches de bois concentriques dont les plus jeunes sont en dehors, la seconde était caractérisée par des îlots de bois épars dont on croyait, sans aucune preuve, que les plus jeunes étaient à l'intérieur. On divisait alors tous les Phanérogames (y compris les Gymnospermes) en deux classes les Exogènes et les Endogènes. Hugo Mohl avait déjà montré en 1828, en étudiant la course des faisceaux vasculaires des Palmiers que le bois n'y est nullement endogène, mais les mots Exogène et Endogène, entraînant cette idée fausse, continuaient à être adoptés, et ils figurent encore dans des ouvrages descriptifs assez récents. Van Tieghem apporte la plus grande lucidité dans cette question. Il fait voir clairement qu'on ne peut comparer le bois formé par couches successives dans un Chêne à celui d'un Palmier, attendu que le premier est le produit des formations secondaires qui épaississent indéfiniment la tige des arbres dicotylédones, tandis que le second fait partie des formations primaires de la tige de Palmier, laquelle ne s'épaissit plus lorsqu'elle a atteint sa largeur normale. Mais alors si la comparaison des structures est faite rationnellement, ce sont les faisceaux vasculaires primaires du Chêne qu'il faut comparer à ceux du Palmier. En ce cas, on pouvait essayer de trouver encore une distinction anatomique générale entre les Dicotylédones et les Monocotylédones. Les faisceaux vasculaires sont, disait-on, disposés sur une seule circonférence dans le premier cas, tandis qu'ils sont disposés sans ordre dans le second cas ; on croyait avoir ainsi trouvé là une nouvelle différence essentielle et fondamentale entre ces deux grands groupes de végétaux Van Tieghem examine cette autre distinction qu'on voulait établir par des considérations de structure, et montre qu'il n'y a là rien de fondamental. En effet, d'une part le savant anatomiste fait voir que lorsque le nombre des faisceaux qui se trouve à la base de chaque feuille n'est pas très grand, comme cela arrive chez la plupart des Dicotylédones et aussi chez beaucoup de Monocotylédones à la base des fleurs ou encore des écailles de leur tige souterraine, les prolongements basilaires de ces faisceaux des diverses feuilles s'ordonnent alors sur une seule circonférence dans la tige située au-dessous de ces feuilles. Si au contraire, la base des feuilles, large ou engaînante, offre un grand nombre de faisceaux, ceux-ci, dès lors, ne peuvent plus trouver place sur une seule circonférence dans la tige et se disposent sur plusieurs circonférences concentriques, en apparence sans ordre bien précis lorsqu'on ne considère qu'une seule coupe transversale ; c'est ce qui se présente dans beaucoup de types de Monocotylédones et chez quelques Dicotylédones telles que les Renonculacées, les Pipéracées, etc... Il n'y a donc là aucune règle générale pour distinguer ces deux groupes de végétaux, qui en réalité sont très voisins l'un de l'autre, mais cette étude met au contraire en évidence une disposition anatomique d'ensemble qui fait comprendre comment la structure de la tige est une résultante de celle des feuilles, aussi bien chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones.

Ce que je viens de dire suffit pour rappeler quelles erreurs considérables sur les faits généraux les plus importants de l'Anatomie se trouvaient ainsi supprimées, et quelles conséquences il résultait des vues rationnelles de van Tieghem, lesquelles ont été adoptées depuis par tous les anatomistes, et dont l'exactitude jusque dans leurs conséquences détaillées se sont trouvées vérifiées dans tous les travaux qui ont paru depuis cette époque.

Traité de Botanique.

Toutefois, ces notes de van Tieghem ajoutées à la traduction de l'Ouvrage de Sachs ne pouvaient suffire à répandre les nouvelles conceptions anatomiques, non plus que les idées du savant sur les autres branches de la Science des Végétaux. Tout un enseignement nouveau en résultait, et il fut exposé par van Tieghem dans le grand « Traité de Botanique » dont la publication fut faite de 1880 à 1884. Ce Traité eut ensuite une seconde édition, puis, sous une forme plus brève et sous le titre « Éléments de Botanique » plusieurs autres éditions parurent successivement.

Anatomie comparative.

Parmi les si nombreuses recherches anatomiques de van Tieghem, il faut signaler à part deux courtes Notes qui n'attirent pas l'attention par leurs titres, qui n'indiquent rien de spécialement intéressant pour la Biologie générale, car il ne s'agit là, en apparence, que de l'étude anatomique spéciale de deux plantes quelconques. La première, parue en 1868, est intitulée « Anatomie de l'Utriculaire commune *(Utricularia vulgaris)* » ; la seconde a pour titre « Anatomie de la Moschatelline *(Adoxa Moschatellina)* » et a été publiée en 1880.

L'importance générale que présente l'ensemble de ces deux petites Notes est très grand, car il s'agit dans ces études d'examiner comparativement les organes d'une même plante poussant à la fois dans l'eau et dans l'air, ou d'une autre plante qui croît en partie sous terre et dont le reste des organes est au-dessus du sol. Milieu aérien, milieu aquatique, milieu souterrain, ces trois conditions résument l'ensemble des circonstances extérieures dans lesquelles se développent les plantes à l'état naturel. De plus, ces études n'étaient pas de l'Anatomie comparée, c'est-à-dire l'étude parallèle des mêmes organes chez des espèces différentes, mais de l'Anatomie comparative (comme l'a dit plus tard l'auteur), c'est-à-dire l'étude parallèle des organes d'une même espèce dans divers milieux. On peut s'en rendre compte, en lisant la première phrase de la Note sur l'Utriculaire et il est assez étonnant de constater que ces lignes ont été écrites dès 1868 :

« L'étude anatomique des végétaux submergés offre au physiologiste un grand intérêt ; elle lui apprend jusqu'à quel point la vie aquatique peut modifier la structure intime d'une plante en la séparant des végétaux aériens de sa famille pour la rapprocher au contraire d'autres plantes submergées comme elle, mais que l'organisation de leur fleur rattache à des familles naturelles fort éloignées. »

Par l'examen comparatif de la partie aérienne et de la partie submergée de l'Utriculaire, puis de la partie aérienne et de la partie souterraine de la Moschatelline, l'auteur met en relief l'influence considérable qu'exerce le milieu sur la structure ; cette étude soulève, au point de vue anatomique, la question de la convergence des caractères pour les plantes différentes évoluant dans le même milieu. Il y a plus, bien qu'aucune expérience n'ait accompagné ces recherches, on peut dire que ces deux Notes ont formé la base première d'une nouvelle partie de la Science végétale, et par suite de la Biologie tout entière, c'est l' « Anatomie expérimentale », qui devait être fondée plus tard, et principalement par des botanistes français.

Régions anatomiques.

Dans ses beaux travaux d'Anatomie générale, van Tieghem n'a pas seulement précisé la nature des trois membres fondamentaux de la plante, la racine, la tige et la feuille, mais il a aussi établi pour chacun d'eux des régions parfaitement définies, et grâce à ces études, les recherches d'anatomie pure, d'anatomie comparative et d'anatomie comparée, ont pu prendre une plus grande extension et surtout une plus grande netteté. Depuis ses premières publications, le savant naturaliste avait déjà montré que dans la structure d'une tige adulte, par exemple, on pouvait reconnaître trois tissus fondamentaux : l'épiderme, l'écorce et le cylindre central, ces tissus d'après les faits mis en évidence par Hanstein, puis par Russow sont en rapport avec le développement ; ils ont chacun leur origine particulière dans certaines cellules initiales qui sont au sommet de la tige et dont en proviennent, pour chacun d'eux, tous les éléments qui les constituent. Van Tieghem, d'ailleurs, devait revenir dans des publications ultérieures sur ces initiales et sur le mécanisme de leurs cloisonnements dans la détermination des tissus. Le fait important qui résultait de la coordination de toutes ces observations, c'est que jamais une cellule de l'épiderme normal de la tige ou des feuilles ne peut provenir ni des initiales de l'écorce ni de celles du cylindre central, ni des cellules qui en dérivent, et réciproquement. Il y a là quelque chose d'un peu analogue à la différentiation des tissus des animaux à partir de l'embryon. C'est aussi van

Tieghem qui fit voir d'une manière claire que si la racine présente un cylindre central et une écorce, avec des initiales spéciales, pour chacun de ces tissus, ce qu'on appelait avant lui épiderme de la racine n'a aucun rapport avec l'épiderme de la tige ou de la feuille. Ce dernier a, en effet, une origine externe; ses cellules initiales ont toujours été et demeurent superficielles depuis les premiers cloisonnements de l'embryon jusqu'à la tige et aux feuilles adultes, tandis que l'assise de la racine qui semble externe et porte les poils absorbants est toujours d'origine interne, et n'est apparue à la surface de l'organe qu'après avoir rejeté au dehors des cellules plus extérieures. Van Tieghem a désigné cette assise de cellules *devenues* externes sous le nom général d' « assise pilifère » soit qu'elle provienne des initiales de l'écorce, soit qu'elle dérive des initiales de la coiffe de la racine.

A ce dernier point de vue, van Tieghem, d'après les travaux de divers anatomistes, distingue d'une manière fondamentale ces deux sortes d'origine de l'assise pilifère, et découvre à ce sujet une liaison inattendue et très importante entre les Monocotylédones et les Dicotylédones. Les Nymphéacées qui par leur germination à deux cotylédons, par la structure anatomique de leurs tiges et de leurs feuilles et même jusqu'à un certain point par leurs fleurs, se rapprochent de certaines autres Dicotylédones telles que les Renonculacées par exemple, forment originairement la coiffe et l'assise pilifère de leur racine comme chez les Monocotylédones. C'est de ce fait que naquit plus tard l'idée qu'eut van Tieghem de former un groupe de plantes, hétérogène et bizarre, qu'il proposait de placer entre les deux grands groupes de Phanérogames Angiospermes, catégorie qui comprenait pour cette raison les Nymphéacées et pour une raison toute différente (présence d'un organe problématique rapporté à un second cotylédon) les Graminées. Mais ce n'est pas cette tentative de modification à la classification qui est intéressant, c'est le fait anatomique découvert, et qui, indépendamment de toute théorie, établit une liaison entre des végétaux qui sont différents par tant d'autres caractères.

Endoderme et péricycle

A côté de ces distinctions générales des tissus et qui sont contrôlées par leur origine, van Tieghem en établit d'autres qui sont purement topographiques et conventionnelles, mais qui servirent aussi à éclairer les comparaisons anatomiques. Je ne prendrai qu'un exemple de ces tissus topographiques, à cause de son adoption universelle, c'est le « péricycle », en l'opposant à un autre terme l' « endoderme », ce dernier se rapportant au contraire à une assise de cellules qui peut être définie par le développement, ce qui n'est pas le cas du péricycle.

Le mot « endoderme » avait été créé par Caspary pour désigner, en certains cas de différentiation particulière, l'assise de cellules qui entoure directement le cylindre central. Van Tieghem adopte ce mot, et le généralise. Pour lui, et aujourd'hui pour tous les anatomistes, l'endoderme est défini par son origine : c'est l'assise la plus interne de l'écorce ; c'est l'ensemble des cellules les plus intérieures issues des cellules corticales initiales. Que cette assise soit à cellules particulièrement riches en amidon comme dans beaucoup de tiges, qu'elle soit marquée d'une manière spéciale par des cadres d'épaississements tout particuliers comme dans d'autres tiges et dans la plupart des racines, qu'elle soit formée simplement par des cellules de parenchyme identiques en apparence à celles du reste de l'écorce ou à celles de la moelle, c'est toujours l'endoderme et son origine permet de le déterminer dans tous les cas. Et, à propos de ces différentiations d'assises de cellules adultes, van Tieghem découvre que d'autres assises peuvent prendre en apparence l'aspect de l'endoderme, mais comme elles n'en ont ni la place réelle ni l'origine ce ne sont que de faux-endodermes. Tels sont les réseaux sus-endodermiques découverts par l'auteur dans la racine des Crucifères ou des Rosacées, tels sont les réseaux sous-endodermiques des Légumineuses ou des Ericinées. Telle est encore cette assise à cadres d'épaississements qui a donné lieu à tant de discussions dans la racine de diverses Cryptogames vasculaires.

Le mot « péricycle » n'a pas du tout la même valeur. C'est, par pure définition et pour les commodités des descriptions anatomiques, la partie des tissus externes du cylindre central qui est située en dedans de l'endoderme et à l'extérieur des éléments les plus externes du liber. Ce tissu peut donc être, suivant le cas, réduit à une simple assise de cellules située à l'intérieur de l'endoderme ou composé de plusieurs assises, ou encore former un tissu plus épais en certains points. Le péricycle a bien toujours pour origine les cellules initiales du cylindre central ou tout au moins celles qui donnent naissance à tous les tissus vasculaires et autres situés entre l'endoderme et la moelle ; sa limite extérieure est déterminée, mais sa limite intérieure n'est qu'une convention topographique fixée arbitrairement par ceux des tubes criblés du liber qui sont les plus externes.

Ces deux expressions, endoderme et péricycle, font bien saisir les deux préoccupations de l'anatomiste qui les a employées ; le premier terme correspond au souci de l'origine des tissus ; le second se rapporte simplement, d'après une convention proposée par l'auteur, à cet esprit de méthode et de clarté que van Tieghem semait dans toutes ses études, de quelque nature qu'elles fussent.

Origine des radicelles.

En ce qui regarde l'origine première des organes et des tissus, van Tieghem avait toujours été frappé, même dès ses recherches sur les Aroïdées qui ont fait l'objet de sa thèse de Botanique, d'une question très générale et remplie d'obscurité, celle de l'origine des diverses racines, qu'il s'agisse des radicelles naissant sur la racine principale et ses ramifications ou que l'on s'adresse aux racines adventives qui se produisent sur la tige.

Clos, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, en étudiant seulement les insertions extérieures des radicelles, avait montré que celles-ci ne naissent pas en des points quelconques de la racine, mais bien suivant certaines lignes longitudinales. Van Tieghem devait élucider cette question par l'anatomie. Et c'est d'abord une loi d'une importance capitale qui est énoncée par lui, une distinction anatomique et générale entre les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires. Dans le premier de ces deux embranchements du Règne végétal, la cellule initiale, première et unique, qui détermine l'origine d'une radicelle est une cellule du péricycle ; chez les Cryptogames vasculaires, c'est une cellule de l'endoderme. Donc, dans le premier cas, les racines sont des productions du cylindre central ; dans le second cas, ce sont des productions de l'écorce. Il est facile de saisir l'intérêt d'une distinction aussi profonde.

Mais le savant anatomiste étudie alors comment sont placées longitudinalement ces cellules initiales de radicelles. A quoi sont dues ces lignes de radicelles signalées par Clos ? C'est que la naissance de toutes ces racines, qui sont en somme des suçoirs vasculaires, est en rapport avec les tissus renfermant des vaisseaux. Si une racine a plus de deux faisceaux vasculaires du bois, les radicelles naissent en face de ces faisceaux, et les lignes de radicelles ainsi produites vont se développer dans le sol humide tout autour de la racine qui leur a donné naissance, suivant autant de plans qu'il y a de faisceaux ligneux.

Mais lorsqu'il n'y a que deux faisceaux du bois dans la racine, cas assez fréquent chez beaucoup de familles naturelles, si cette origine était la même, les radicelles se trouveraient naître à l'opposé les unes des autres, et par conséquent toutes dans un même plan, ne puisant l'eau et les sels que dans une partie restreinte du sol ; il y a plus, les nouvelles radicelles nées sur ces radicelles seraient également dans ce même plan, au milieu du sol, car leurs deux faisceaux ligneux, chez les Phanérogames, sont disposés, comme l'a fait voir van Tieghem, précisément dans le plan qui passe par les deux faisceaux ligneux de la racine-mère. Aussi n'en est-il pas ainsi. Toutes les fois que la racine n'a que deux faisceaux du bois, les cellules initiales des radicelles naissent dans des cellules du péricycle situées sur deux lignes, à droite et à gauche de chaque faisceau, et chez toutes ces racines binaires (c'est-à-dire à deux faisceaux), il se forme quatre rangées longitudinales de radicelles, faisant entre elles un certain angle déterminé, qui varie plus ou moins suivant les espèces.

Radicelles des Cryptogames vasculaires.

Ce que je viens de dire s'applique aux Phanérogames et par conséquent aux radicelles d'origine péricyclique. Les choses se passent-elles de même chez les Cryptogames vasculaires, c'est-à-dire pour les racines d'origine endodermique ? Oui, en ce qui concerne les racines à plus de deux faisceaux (et le cas n'est pas fréquent chez les Cryptogames) ; non, en ce qui concerne les racines binaires. Chez ces dernières, les radicelles naissent sur deux lignes situées *exactement* en face des deux faisceaux, et non sur quatre lignes produites à droite et à gauche de chacun d'eux. Mais alors, n'allons-nous pas voir, comme il a été dit plus haut, toutes les radicelles successives de la plante, nées en lignes les unes au-dessus des autres, se développer dans un seul plan du sol, supposé homogène ? Il n'en sera rien, car van Tieghem a découvert à cet égard une nouvelle loi anatomique qui vient encore établir une différence intéressante entre les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires.

En effet, chez ces dernières, les racines binaires ont leurs deux faisceaux ligneux placés, non pas dans le même plan que celui qui passe par les deux faisceaux de la racine-mère, mais au contraire dans un plan perpendiculaire. Il en résulte que lorsque deux lignes de radicelles se sont formées sur une racine binaire de Cryptogame vasculaire, ces radicelles produisent à leur tour deux nouvelles lignes de radicelles dans un plan perpendiculaire à celui qui passe par toutes les radicelles de première formation. Ainsi donc, en ce cas, et par un mécanisme tout différent de celui que l'on trouve chez les Phanérogames, l'ensemble des racines binaires des Cryptogames se répartit encore dans toutes les parties du sol où elles doivent absorber l'eau chargée de sels nécessaire à la vie de la plante.

Ce sont bien là des *lois anatomiques*, et il fallait cette sagacité particulière, je dirai même cette sorte de divination anatomique qui formait l'une des plus précieuses qualités de van Tieghem, pour les mettre en lumière, pour montrer leur généralité, pour en suivre les applications jusque dans le détail des racines appartenant aux familles végétales les plus variées, soit parmi les Phanérogames, soit parmi les Cryptogames vasculaires.

L'Anatomie et les grands groupes de végétaux.

Si l'on jette maintenant un coup d'œil d'ensemble sur les résultats anatomiques obtenus par van Tieghem et sur les vues claires qui en résultent, et lorsqu'on considère les grands groupes de végétaux auxquels on a successivement donné une valeur relative très différente, on s'aperçoit que toutes les considérations tirées des organes floraux et de la reproduction chez les Dicotylédones, Monocotylédones, Gymnospermes, Cryptogames vasculaires, et étudiés par divers naturalistes modernes aboutissent aux mêmes conclusions que les considérations déduites de leur structure, et dont la plupart, à ce point de vue, résultent des découvertes de van Tieghem.

Les Dicotylédones et les Monocotylédones, dont Jussieu faisait deux des trois embranchements principaux du Règne végétal, apparaissent aujourd'hui comme deux groupes très voisins l'un de l'autre ; ce ne sont que deux classes des Angiospermes lesquelles ne forment elles-mêmes qu'une sous-division de l'embranchement des Phanérogames. Autrement dit, et sans termes de classification, on arrivait à cette conclusion, principalement à la suite des travaux de Robert Brown, de Sachs et de De Bary, que les Monocotylédones sont beaucoup plus voisines des Dicotylédones que l'un ou l'autre de ces groupes d'Angiospermes n'est voisin des Gymnospermes, et que tous ces groupes ont plus de rapports entre eux qu'aucun d'eux n'en présente avec les Crytogames vasculaires. Or, par des voies tout à fait différentes, par l'étude du développement anatomique et par l'anatomie comparée des tissus, van Tieghem aboutit à la même conclusion, et met ainsi en évidence les raisons profondes de ces distinctions relatives entre tous les groupes de végétaux vasculaires, comme aussi des liaisons inégales qui peuvent s'établir entre eux.

Racines latérales et racines adventives.

Dans d'autres Mémoires très nombreux, van Tieghem s'occupe non seulement de l'origine première des racines, mais de la formation de tous leurs tissus (cylindre central, écorce, coiffe,) dont il suit avec détail tout le cloisonnement et la différenciation.

En premier lieu, il reconnaît ce fait général que toutes les racines, qui sont presque sans exception d'origine profonde, se font jour en dehors, non pas en écartant les cellules de l'organe (tige ou racine) au milieu duquel elles naissent, mais en détruisant et en digérant les cellules de l'écorce qui leur sont extérieures. De la sorte, pendant la première partie de leur développement les racines sont en réalité, à ce moment, comme parasites de l'organe sur lequel elles se développent.

D'autre part, le savant anatomiste, en étudiant comparativement les racines qui naissent sur les racines, sur l'axe hypocotylé et sur la tige d'une même plante, désigne l'ensemble de toutes ces racines sous le nom de « racines latérales » ces racines naissant sur des lignes déterminées et prenant aussi leur origine dans des assises définies. Il réserve le nom de racines adventives ou si l'on veut de racines adventives proprement dites, à celles qui naissent sans ordre apparent sur des bourgeons adventifs produits par exemple à la suite de blessures ou encore parfois sur les feuilles ou sur certaines boutures.

Parmi tous ces travaux, les uns ont été faits par van Tieghem seul, d'autres ensuite avec la collaboration de son préparateur Henri Douliot. La plus considérable de ces études est un Mémoire publié par les deux auteurs en 1889, et qui a pour titre : « Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires », comportant 660 pages et accompagné de 40 planches renfermant 586 figures. C'est un travail approfondi où sont examinées, avec un soin minutieux, cellule par cellule, les jeunes racines d'un nombre énorme de plantes appartenant aux familles végétales les plus différentes. Nombre de faits nouveaux sur l'origine diverse des tissus des racines sont décrits dans cet immense travail, modèle de précision et de patience, auquel on a pu reprocher seulement quelquefois un peu trop de schématisation dans les figures, dessinées par Douliot, et qui peuvent laisser un doute au lecteur, lequel ne sait pas toujours s'il a sous les yeux la figure réelle d'une coupe ou la représentation théorique de l'agencement de ses différents tissus. Ceci n'a aucune importance auprès des résultats acquis dont l'un des plus curieux est la formation de tissus spéciaux, jouant le rôle de coiffe au sommet d'une racine latérale et qui sont formés par la tige même sur laquelle prend naissance la racine, en dehors des cellules initiales de celle-ci.

Tissus secondaires des Cryptogames vasculaires.

En 1872, Russow avait montré que la tige âgée d'une Cryptogame vasculaire, le *Botrychium rutaceum* présente entre le bois et le liber primaires un début de formations secondaires libéro-ligneuse. Cette observation était d'une très grande importance, comme on va le voir, mais elle n'avait pas attiré l'attention qu'elle méritait.

Van Tieghem, en 1883, la reprend, la vérifie et découvre ensuite la formation de tissus secondaires analogues épaississant les tiges comme chez les Dicotylédones et les Gymnospermes, chez plusieurs autres Cryptogames vasculaires vivantes. Cela montrait déjà que le fait de présenter ou non des tissus secondaires ne peut être invoqué comme un caractère anatomique séparant entre eux les grands groupes de végétaux. Mais au point de vue de l'étude des plantes fossiles, la découverte de cette structure offrait un intérêt tout particulier, notamment pour les Sphénophyllums (plantes fossiles spéciales aux terrains houillers) et les Sigillaires ces grands végétaux arborescents de la flore carbonifère.

C'est, en effet, à cause de la présence de ces tissus secondaires que Renault considérait les Sigillaires comme des Phanérogames et les plaçait au voisinage des Cycadées. Or, l'argument principal en faveur de cette manière de voir était l'absence de formations secondaires chez toutes les Cryptogames vasculaires connues; cet argument disparaissait. En outre van Tieghem fait voir, dans ce même travail, que la structure des Sigillaires, dans la tige comme dans la feuille, pour les tissus primaires comme pour les tissus secondaires, est tout à fait la même chez les Sigillaires que chez les Sphénophyllums, et puisque ces derniers sont certainement des Cryptogames vasculaires comme le prouvent leurs sporanges conservés par la fossilisation, van Tieghem dit qu'il faut en conclure, jusqu'à preuve du contraire, que les Sigillaires sont aussi des Cryptogames vasculaires. M. Zeiller a prouvé l'exactitude de cette conclusion en découvrant plus tard la dépendance entre les organes végétatifs et les organes sporangifères des Sigillaires.

Polystélie.

Vaupell avait signalé en 1855 une singulière anomalie dans la structure de certaines Primevères. De Kamienski entreprit en 1875 une étude détaillée de cette question et montra que ces tiges renferment comme plusieurs cylindres centraux présentant chacun, en coupe transversale, des faisceaux libéro-ligneux. Van Tieghem reprit à son tour cette étude en 1886 ; il examina la structure de diverses espèces de Primevères récoltées dans le Yu-nan par l'abbé David, et trouva ensuite d'autres végétaux qui offraient aussi plusieurs cylindres centraux ; il entreprit, en collaboration avec Douliot, une étude anatomique générale, dans laquelle ces cas, dits anormaux, constituaient une catégorie importante dans la structure générale des végétaux vasculaires. Partant de ce point de départ, van Tieghem proposa de changer la nomenclature des régions anatomiques. On ne pouvait évidemment pas appeler cylindres centraux des cordons vasculaires qui ne sont pas placés au centre de la tige et de la racine. L'auteur imagina alors le mot stéle (de στήλη : colonne) pour désigner chacun de ces cordons vasculaires. Dès lors, dans le cas ordinaire, la racine et la tige, n'ayant qu'un seul cylindre central, ces membres de la plante sont « monostéliques » ; si, au contraire, il y a plusieurs cordons vasculaires entourés chacun d'un endoderme, ils sont « polystéliques » ; lorsque les cordons vasculaires sont réunis entre eux, en anneau sur une coupe transversale, et avec un endoderme externe et un endoderme interne, l'organe est « gamostélique », etc... Aux espèces de Primevères citées plus haut, aux Gunnéras, vinrent se joindre d'autres exemples de plantes à tige polystélique, notamment parmi les Cryptogames vasculaires. Pour la racine, van Tieghem avait montré depuis longtemps que les tubercules des Orchidées sont constitués comme par la cohérence de plusieurs racines, ce qui rend leur structure polystélique ; il découvrit aussi, dans des préparations faites par M. Lecomte, que sous l'influence des Bactéries spéciales qui vivent presque en symbiose avec les racines des Légumineuses, la structure de ces racines devient polystélique dans les nodosités ainsi formées sur ces racines. Cette notion des stèles et de leurs agencements variés a joué par la suite un rôle important dans l'étude anatomique des Cryptogames fossiles.

On peut dire que, dans ces études anatomiques sur la polystélie, une manière de voir imaginée et l'invention d'un mot nouveau pour l'exprimer a incité l'auteur à la mise en évidence de faits jusqu'alors inconnus.

Tissus sécréteurs.

Les tissus sécréteurs qui, comme on sait, recueillent dans la plante et isolent des substances pauvres en oxygène et le plus souvent inassimilables, ont préoccupé spécialement van Tieghem pendant toute la durée de ses travaux. En 1867, dans son premier Mémoire de Botanique, sur la structure des Aroïdées, l'auteur avait déjà porté son attention sur l'appareil sécréteur laticifère dans cette famille ; en 1871, il publia une Note sur les canaux oléifères des Composées. Plus tard, de nombreuses publications se succèdent, et parmi elles, il faut surtout citer deux Mémoires considérables sur les canaux sécréteurs des plantes, ou canaux formés de méats indéfiniment allongés dans lesquels sont déversés le contenu des cellules sécrétrices qui les bordent. Le premier de ces Mémoires a paru en 1872 et comporte l'étude de douze familles naturelles ; le second, en 1885, et là sont étudiées à ce point de vue les plantes de dix-huit autres familles.

On trouve dans le premier travail l'exposé de la distinction très nette entre les laticifères et les canaux sécréteurs, les produits sécrétés demeurant confinés à l'intérieur des éléments sécréteurs dans le premier cas, et se déversant, dans le second cas, dans les interstices ou méats placés entre les cellules vivantes. Mais l'auteur fait remarquer que cette différence disparaît lorsque, par suite de certaines circonstances particulières, ces deux sortes d'organes se trouvent ramenés, sans perdre leur caractère, aux mêmes conditions anatomiques. Qu'un vaisseau laticifère, par exemple, vienne à côtoyer par quelqu'une de ses branches une lacune aérifère d'un tissu ou à longer la paroi d'un vaisseau âgé et rempli d'air, le contenu du tube laticifère s'extravasera, s'épanchant dans la lacune aérifère ou dans le vaisseau plein d'air. C'est que ce vaisseau laticifère se trouve alors, en ce point, dans les mêmes conditions physiques que la cellule sécrétante d'un canal, et le même phénomène physique se produit.

Toutefois ce qui intéresse surtout van Tieghem dans l'étude des canaux sécréteurs, c'est leur distribution régulière dans les tissus, la nature des régions de la racine, de la tige et de la feuille où ils sont développés. Sans faire aucune expérience de culture, mais par les vues de l'anatomie comparée, van Tieghem avait saisi l'importance des tissus sécréteurs dans l'étude de la structure des plantes. En effet, des expériences ultérieures, faites par divers auteurs, ont fait voir que la disposition générale des tissus sécréteurs dans une plante est un caractère très fixe, qui ne subit généralement aucune modification importante lorsqu'on change les conditions extérieures au milieu desquelles la plante se développe.

Toutes les familles de plantes, il est vrai, n'ont pas de canaux sécréteurs ou de laticifères, mais pour les familles, qui en possèdent, les caractères tirés de ces tissus sont excellents, précisément parce qu'ils sont héréditaires et rebelles aux adaptations. C'est ce qu'avait fort bien compris van Tieghem, et ce sont ces études sur les tissus sécréteurs qui l'ont conduit plus tard à s'occuper de l'anatomie appliquée à la classification des plantes.

Après ce qui vient d'être dit, il est inutile de souligner l'importance de l'œuvre de van Tieghem en ce qui regarde l'Anatomie générale. On peut presque dire que toutes les parties de la plante, tous ses organes différents ont été examinés et décrits par le savant Biologiste. Mais ce sont surtout la précision et la netteté, se dégageant de ces études, qui en font le principal mérite, et ces qualités primordiales ont contribué dans une large part à l'extension des travaux d'anatomie végétale. C'est principalement à propos de cette œuvre anatomique que M. le Professeur Chodat a écrit :

« Van Tieghem fut un maître dans le sens classique de ce terme. Sa grande valeur comme anatomiste est indiscutée, et son influence sur le développement de la Botanique de son temps a été profonde et, sans nul doute, durable. »

V. — ANATOMIE APPLIQUÉE A LA CLASSIFICATION

Structure et classification.

Déjà dans les premières recherches anatomiques de van Tieghem, on peut reconnaître très souvent la préoccupation d'utiliser avec détail la description de la structure des divers végétaux, non seulement pour déterminer les caractères anatomiques des grands groupes, mais aussi pour déterminer ainsi les familles, voire les genres ou même les espèces.

Van Tieghem ne pouvait pas comprendre pourquoi les Botanistes descripteurs, fussent-ils de premier ordre, proscrivaient l'anatomie lorsqu'il s'agissait de classification. A la rigueur, les Botanistes admettaient avec Payer et quelques autres Naturalistes de cette époque que l'on fit intervenir dans les caractères des familles, cette partie de la Botanique appelée « Organogénie », méthode d'investigation applicable surtout à la fleur, et qui consistait à étudier *extérieurement*, et sans aucune anatomie, la succession des petits mamelons constituant, au sommet du rameau floral, les sépales, pétales, étamines ou carpelles, ainsi que les diverses soudures ou cohérences *extérieures* qui peuvent se produire entre eux. Pour ces auteurs l'organe s'insère réellement là où il le voit poindre ; de là une source d'illusions sans nombre qui deviennent facilement autant de graves erreurs.

Voici ce qu'écrit, à ce sujet, van Tieghem dans son grand Mémoire sur l'anatomie comparée de la fleur, dont il a été parlé plus haut :

« Peut-être ferai-je mieux saisir ma pensée, si j'emprunte à l'auteur de l'*Organogénie comparée de la fleur* une de ces ingénieuses comparaisons où Payer excellait dans ses livres, et qui faisaient la vie, le charme tout ensemble et le danger de son enseignement. « Qu'on se représente, dit-il, deux maisons, bâties, l'une « dans la plaine, et l'autre sur le flanc d'une montagne..... Dans la « maison bâtie en pleine terre tous les murs ont la même hauteur, « tandis que dans la maison adossée au flanc d'une montagne, un « des murs est beaucoup plus élevé que l'autre..... Il n'est donc pas « vrai de dire que dans les *Cotoneaster* les carpelles sont *soudés* avec « les parois de la coupe réceptaculaire ; ils sont seulement *adossés*

« aux parois de cette coupe. » Or, je le demande, approuverait-on l'observateur qui, voyant de loin une maison adossée à l'escarpement d'une montagne, affirmerait avec certitude que, par ce fait seul, le mur postérieur est fondé sur le sommet de l'escarpement, et qu'il est, par conséquent, beaucoup plus court que le mur de façade ? Ne se peut-il pas, au contraire, que l'architecte, pour éviter tout éboulement, ait prolongé cette muraille, si courte en apparence, presqu'au même niveau de fondation que les autres parois, et que tous les murs soient ainsi basés sur le même plan, tout aussi bien que dans la maison bâtie en plaine ? Ne faudra-t-il pas, en tout cas, pénétrer dans l'habitation, et comme en général l'examen à distance de la paroi postérieure n'apprendra rien, ne sera-t-il pas nécessaire d'enlever le papier de tenture, d'arracher le revêtement de plâtre, d'entamer enfin la paroi assez profondément pour s'assurer si elle est doublée d'un mur de maçonnerie ou si c'est la roche vive ? »

« L'organogéniste agit comme cet observateur superficiel ; il ne mérite pas meilleure créance. L'anatomiste qui déchire la paroi et en recherche assidûment la structure peut seul résoudre la question en toute certitude. »

C'est précisément ce qu'a voulu faire van Tieghem ; il a « pénétré dans l'habitation », et il a tenté d'établir les rapports entre l'architecture de la construction (c'est-à-dire la structure interne des végétaux) et l'apparence de cette construction (c'est-à-dire les caractères de morphologie externe), ces derniers étant les seuls que l'on voulût admettre pour classer les plantes. Mais encore fallait-il un art exercé pour tenter d'appliquer l'anatomie à la classification. Les difficultés étaient tout aussi grandes pour l'investigateur que celles rencontrées par les anciens botanistes, depuis Césalpin jusqu'à Jussieu, pour classer les végétaux d'après leurs caractères extérieurs.

Difficultés du choix des caractères anatomiques.

Les caractères les meilleurs, a dit Augustin-Pyrame de Candolle, sont ceux qui sont les plus constants, mais quelle difficulté, quelle connaissance approfondie de la morphologie externe n'a-t-il pas fallu aux créateurs des familles naturelles pour reconnaître que tel caractère est constant, c'est-à-dire indépendant de la variation des circonstances extérieures, et que tel autre est profondément modifié si le même végétal se trouve dans des milieux différents, dans des climats divers ou à des altitudes variées ? Ce même genre d'inégalités de caractères s'observe dans l'étude anatomique des organes et des tissus. Quels sont ceux qui changent facilement d'aspect et même de constitution suivant le milieu extérieur? Quels sont ceux qui demeurent comme immuables quelles que soient les circonstances au milieu desquelles évolue le végétal?

Lorsqu'il s'agit de caractéristiques dans les organes qui se rapprochent de la formation de l'œuf ou de son premier développement, on a affaire, aussi bien pour la morphologie externe que pour l'anatomie, à celles qui sont les plus constantes. Aussi les troubles apportés par l'adaptation à divers milieux se trouvent par là même éliminés, d'autant plus que ces organes, fleurs, fruits et graines sont presque toujours aériens, ne se formant ni dans l'eau ni sous le sol. Mais, indépendamment même du milieu, c'est certainement au voisinage de la formation et du développement de l'œuf que se trouvent le mieux imprimés les caractères héréditaires. C'est à cause de ce fait général qu'après bien des études van Tieghem publia en 1897 et en 1898 un essai de « Classification des Phanérogames » fondée sur l'ovule et la graine, puis en 1901 : « L'œuf des plantes considéré comme base de leur classification ». Et c'est aussi à des caractères en général très constants que l'auteur s'adressait pour l'étude détaillée de nombreuses familles, dès 1871, dans son grand Mémoire sur l'anatomie comparée de la fleur.

Subordination des caractères anatomiques.

Mais van Tieghem voulut aussi s'adresser aux organes végétatifs, à l'anatomie générale de la plante, pour appliquer à la classification les caractères anatomiques. Parmi ces derniers quels sont ceux qu'il convient de choisir? Quels sont ceux qui se modifient le moins suivant les circonstances extérieures? Un naturaliste qui tentera de prime abord d'appliquer l'anatomie à la classification en coupant des racines, des tiges et des feuilles d'espèces différentes, et en comparant leur structure pour distinguer ainsi des genres et des espèces, s'exposera aux pires erreurs. C'est ainsi, par exemple, que de nombreux auteurs inexpérimentés, séduits par l'idée d'appliquer l'anatomie à la classification, ont cherché à définir les espèces par des caractères dont ils ignoraient l'inconstance. Des tissus comparables composés de parenchyme ou de fibres, des feuilles présentant un nombre déterminé d'assises palissadiques de cellules à chlorophylle ont été utilisés par eux dans ces tentatives de diagnoses anatomiques des espèces. Or, si l'on fait varier les conditions d'éclairement ou de climat chez une seule de ces espèces on verra se produire, pour la même plante, des changements aussi grands ou même plus grands encore dans les tissus dont je viens de parler. Ces caractères sont donc de nulle valeur pour la classification.

Le grand savoir anatomique de van Tieghem et aussi ce don spécial qu'il possédait pour de semblables études, le met à l'abri de toutes ces erreurs. Il sait parfaitement discerner les tissus auxquels il faut s'adresser pour établir des caractères constants et ceux qu'on doit laisser de côté à ce point de vue.

C'est par suite de ces vues très exactes de la subordination des caractères anatomiques que van Tieghem, comme on a pu déjà s'en rendre compte par ses recherches sur l'anatomie générale, a découvert que les caractères de structure applicables à la distinction des espèces, des genres ou même de groupes supérieurs, doivent être cherchés surtout dans la structure fondamentale primaire des tissus vasculaires, dans les tissus sécréteurs, dans la course des faisceaux foliaires ou même encore dans la structure d'organes beaucoup plus petits comme les stomates ou les poils, parfois même dans la forme des cristaux qui se produisent dans les cellules ou dans la distribution de ces cellules cristalligènes.

En somme, à ce point de vue, il contribue peut-être plus que tout autre anatomiste à démontrer implicitement ce fait général, à savoir que ce ne sont pas les organes ou les éléments les plus importants au point de vue physiologique qui indiquent en quoi que ce soit les affinités entre les différentes formes des êtres vivants. Les caractères constants, les meilleurs pour la classification, sont des caractères qui peuvent être insignifiants au point de vue du fonctionnement de l'organisme, mais correspondre à une sorte de plan de structure générale, et c'est cette disposition caractéristique qui est héréditaire, résistant à toutes les adaptations, quelles qu'elles soient.

Que des canaux sécréteurs soient disposés d'une façon ou d'une autre, par exemple, cela ne changera rien à leur rôle d'élimination de substances inassimilables ; mais, dans une espèce donnée, ces canaux auront une disposition spéciale qui ne se rencontrera jamais dans une autre espèce où ces tissus seront répartis d'une autre façon, également caractéristique et immuable.

L'application de ces principes généraux a été faite par van Tieghem à tant de groupes (familles, genres, espèes) parmi les

Angiospermes dicotylédones ou monocotylédones, parmi les Gymnospernes ou encore les Cryptogames vasculaires les plus variés, qu'il est impossible de résumer ici ces études si nombreuses. On pourra se rendre compte de leur importance en parcourant la liste des travaux de l'auteur, surtout depuis l'année 1890.

Difficultés pour se procurer des matériaux d'étude.

Si les travaux de van Tieghem sur la classification sont devenus très nombreux pendant la dernière période de sa carrière scientifique, c'est qu'à partir d'une certaine date, il put enfin avoir à sa disposition toutes les plantes dont il avait besoin pour ces études. Avant cette date, des obstacles sans nombre entouraient tout accès aux collections du Muséum pour le Professeur de ce même Muséum.

L'hostilité des Botanistes dits « descripteurs » qui s'était manifestée dès le début contre le savant Naturaliste ne fit que redoubler lorsqu'on le vit entrer dans cet Etablissement considéré par ces Botanistes comme gardien des saines traditions. Au moment du vote à l'Institut pour désigner le Professeur qui devait succéder à Brongniart, un Professeur de Botanique du Muséum distribuait lui-même dans la salle des pas-perdus, le jour du scrutin à l'Académie des Sciences, un factum contre van Tieghem où l'on voyait d'avance toutes les collections botaniques du Jardin des plantes détruites de fond en comble par le rasoir de l'anatomiste, si van Tieghem était élu!

Mais le nouveau Professeur une fois nommé, on lui fit alors remarquer que ces collections dépendaient d'*un autre service,* et ne pouvaient lui être communiqués que comme à un étranger quelconque, c'est-à-dire fort peu, et dirai-je, de loin. Devant ce refus systématique, le Directeur de l'Enseignement supérieur, afin de régler cette question, fit nommer une Commission dans laquelle figuraient les divers Professeurs de Botanique de Paris. Mais comme cette Commission devait être convoquée au Muséum, elle ne fut jamais réunie, D'ailleurs les défenseurs de l'Arche sainte ne restaient pas inactifs, il fallait empêcher par tous les moyens l'anatomie de pénétrer dans la classification. Si van Tieghem demandait à voir une certaine plante de l'herbier, il se trouvait, comme par hasard, qu'elle était entre les mains du Professeur de Botanique de la Faculté de Médecine, lequel n'avait rien à voir, comme fonction ni comme droit, avec le Muséum, mais cependant, en fait, y régnait en maître, et emportait chez lui toutes les plantes qui lui convenaient. D'autres fois, si van Tieghem allait lui-même chercher les plantes à étudier dans les Galeries de Botanique ou y envoyait son Aide-Naturaliste, on répondait que l'échantillon était trop précieux, et s'il y en avait un grand nombre, il était dit au Professeur qui demandait la communication de l'un d'eux, qu'il fallait se méfier de l'étiquette, la détermination de l'espèce étant douteuse. Pendant que je travaillais au Muséum avec van Tieghem, j'ai pu constater moi-même que les défenseurs de la Sainte Cause ne reculaient parfois devant aucun moyen. J'ai vu, en effet, un « attaché à l'Herbier » changer volontairement les étiquettes de plantes communiquées à van Tieghem, dans le fallacieux espoir qu'il ne s'en apercevrait pas.

Au reste, cette lutte des Botanistes collectionneurs contre les savants travailleurs qui avaient besoin de matériaux d'études était générale à cette époque, et M. Warming, le savant naturaliste de Copenhague, avait eu à subir les mêmes rebuffades du collectionneur Diedrichsen, Professeur officiel à l'Université dont personne n'a jamais vu le moindre écrit, mais qui, lui aussi, croyait de son devoir de s'opposer par tous les moyens à l'introduction de l'anatomie dans la *vraie* Botanique systématique.

Van Tieghem était un modèle de patience et se montra parfaitement calme devant cette résistance acharnée. Puis, tout a une fin. A la date de la disparition du Professeur de la Faculté de médecine en question, il put librement consulter les collections du Muséum, qu'il fallut encore compléter par des documents que lui confiaient aimablement les diverses Universités étrangères ou les grands Etablissements botaniques tels que celui de Kew, en Angleterre.

Plantes parasites et saprophytes.

Dès 1870, au moment où van Tieghem étudiait l'anatomie comparée de la fleur, il avait fait paraître deux Notes sur la fleur du Gui et sur celle des Santalacées, plantes chez lesquelles, dans la partie du carpelle qui doit produire les ovules, se produisent des réductions considérables, peut-être en rapport avec la vie parasitaire de ces végétaux.

Une fois en possession de matériaux nombreux, c'est-à-dire plus de vingt ans plus tard, van Tieghem entreprend l'examen de toutes les plantes qui se rattachent à ces quelques espèces sur lesquelles il avait autrefois porté son attention, et dont il constitue deux grands groupes : les Loranthinées et les Santalinées. Plus tard, un groupe tout différent, composé de plantes saprophytes, c'est-à-dire vivant sur les matières organiques en décomposition dans le sol, le conduit à l'étude d'autres réductions encore dans le pistil de la fleur, et ce groupe, les Triuracées, se rapproche des Burmanniacées de l'Amérique du Sud et de l'immense famille des Orchidées.

Lorsque l'on considère la classification générale des êtres ou lorsqu'on émet des hypothèses sur leur évolution dans le temps, on ne parle généralement que de progrès, de progression, comme s'il était évident que des formes toujours de plus en plus perfectionnées doivent succéder à des formes plus rudimentaires. Mais il y a aussi dans la comparaison des espèces ou dans les hypothèses que l'on peut faire à propos de leur succession aux diverses périodes géologiques, l'idée de recul et de régression qui s'impose à l'esprit pour un grand nombre de séries d'êtres vivants. Il semble que c'est une idée analogue qui résulte implicitement de tous ces travaux de van Tieghem sur ces plantes considérées à tort par beaucoup d'auteurs comme primitives et inférieures, alors que la réduction de leurs organes essentiels semble en rapport avec leur parasitisme et leur saprophytisme, c'est-à-dire, avec une réduction provoquée par un phénomème postérieur et non primitif, en somme par une régression.

La science fondée sur des faits positifs.

Mais ce ne sont pas là des faits positifs, démontrés par des expériences, ce sont des conceptions générales sur un ensemble de comparaisons susceptibles de recevoir diverses explications hypothétiques. Aussi van Tieghem qui, dans aucune des parties de son œuvre n'a jamais proposé d'hypothèses hasardées, qui s'en est toujours tenu aux faits strictement démontrés, n'a-t-il jamais émis aucune considération de ce genre, dans les études dont je parle, à propos de ces groupes de familles, de genres et d'espèces. C'est ainsi que, dans les conclusions des recherches précédentes, il s'en tient exclusivement à ce qu'il a observé et ne veut exprimer aucune généralisation. « Il faut bien se garder de conclure, dit-il, que la simplification organique attestée avec ces plantes par l'absence d'ovules est une conséquence de la vie parasitaire », et il cite, à l'appui de cette proposition, des plantes non parasites de ces groupes, et, au contraire, des plantes parasites qui ne peuvent en faire partie car leurs ovules sont parfaitement constitués. Van Tieghem compare les formes, les structures, il les classe suivant les particularités nouvelles qu'il vient de découvrir dans chacune d'elles ; il ne fait aucune de ces suppositions faciles que l'on édifie trop souvent sans ombre de preuve sur la parenté réelle de ces formes entre elles et sur leur origine première. Van Tieghem haussait les épaules lorsqu'on lui montrait tous ces arbres généalogiques, construits suivant les idées, souvent bien hâtives, de tel ou tel auteur.

Certainement van Tieghem était vaguement transformiste, comme tout naturaliste moderne, et ne supposait pas que les espèces sont apparues tout à coup sur la terre, sorties de la main du Créateur comme dit Linné, mais ces questions ne le préoccupaient pas ; elles faisaient partie pour lui d'un domaine philosophique dans lequel il ne voulait pas entrer. Il ne trouvait pas que ce fût de la science à proprement parler. Bien plus, il n'attachait pas une importance sérieuse à l'influence durable du milieu extérieur sur la forme et la structure des êtres non plus qu'à la lutte pour l'existence et à la sélection naturelle dans la formation des espèces, encore moins aux mutations brusques.

On a dit qu'il enseignait le pur Darwinisme ainsi que les théories de Lieben, d'Helmoltz, de Lord Kelvin ou d'Arrhénius sur le panspermisme interastral. C'est une erreur, il n'en parlait jamais dans ses cours. Si l'on trouve ces théories résumées à leur place dans son grand traité de Botanique, c'est simplement parce que ce chapitre du plan général de l'ouvrage devait être rempli. Et pour le remplir, il se contenta de modifier et de mettre au courant ce qu'avait dit Sachs dans son traité de Botanique sur ce sujet.

Idées de van Tieghem sur la classification.

Tout au contraire de ces vues hypothétiques sur la parenté des êtres, sur les liaisons insensibles que l'on a cherché à établir entre les espèces, van Tieghem, lorsqu'il s'occupe de classification, opère comme s'il était fixiste pourrait-on dire, comme si la nature avait établi réellement des espèces, des genres, des familles, des classes, des embranchements, groupes plus ou moins importants de plantes séparés les uns des autres par des fossés plus ou moins profonds. Pour van Tieghem, la tâche du classificateur est de chercher par la morphologie externe et interne, par le développement, par le mode de formation de l'œuf, en somme par tous les moyens dont il peut disposer, quels sont ces espèces, ces genres, ces familles, etc., comme s'ils existaient objectivement ; par suite, d'évaluer la plus ou moins grande profondeur des fossés qui séparent ces groupes les uns des autres, et par conséquent de les disposer, suivant la valeur des séparations, en catégories distinctes, voisines ou éloignées. C'est chez lui l'esprit analytique, l'esprit de méthode précise qui s'applique dès lors à cette recherche de la classification tout entière.

Posé ainsi, le problème apparaît comme à peu près insoluble. Si les familles, les genres et les espèces sont des réalités, et non des conceptions subjectives, si la subordination des caractères détermine d'une façon très nette les caractères qui sont spécifiques, génériques, de famille, d'ordre, etc., l'espace à *n* dimensions ne suffirait même pas pour établir les valeurs relatives de toutes les distinctions entre ces multiples groupes qui dépendent les uns des autres et dont chacun possède une allure spéciale.

Aussi van Tieghem n'a-t-il pas résolu ce problème et en fait n'a-t-il pas prétendu le résoudre. Les éditions de son Traité et de ses Eléments de Botanique résument les classifications successives qu'il a proposées, et qui sont fort différentes les unes des autres, cela ne veut pas dire que la dernière parue ait eu la prétention d'être définitive. Ce qui peut faire croire que l'auteur avait sur ce point une idée désormais arrêtée, c'est toujours la forme absolue usitée par lui dans l'énumération des caractères qu'il emploie, l'agencement méthodique parfait de toutes les divisions établies et les nombreux mots nouveaux qu'il a imaginés pour mettre brièvement en évidence les caractéristiques auxquelles il a recours.

On se tromperait donc grossièrement en croyant que van Tieghem pouvait avoir la naïveté de penser qu'il avait trouvé la véritable et unique classification des végétaux. La preuve en est dans les manuscrits récents et inédits qu'il a laissés, et dans lesquels se trouvent déjà des projets pour changer la disposition adoptée par lui dans la dernière édition de ses Eléments de Botanique.

Contrairement à ce que le lecteur peut penser en lisant l'exposé de la dernière classification proposée par lui, van Tieghem ne voyait là qu'une manière un peu paradoxale d'exposer les découvertes anatomiques importantes qu'il venait de faire au cours de ses investigations incessantes sur l'organisation de tant et tant d'espèces végétales. Ce procédé d'exposition avait ses avantages et ses inconvénients. L'avantage principal était d'inciter l'auteur à poursuivre une découverte d'anatomie comparée en la recherchant chez un très grand nombre d'êtres et à en montrer ainsi la généralité. L'inconvénient le plus grand de cette façon de présenter les choses sous forme de classification est le suivant. La forme, en apparence, domine le fond, et celui qui lit cet ensemble de caractères s'appliquant avec une rigueur absolue aux embranchements, sous-embranchements, classes, ordres, alliances et familles ne voit pas ce qu'il y a de nouveau dans de semblables recherches, de telle sorte que tous les faits anatomiques trouvés par van Tieghem disparaissent complètement sous cette apparence méthodique du classement.

Or, en laissant de côté la forme adoptée par l'auteur, et en recherchant, dans ses nombreuses publications, tout en faisant abstraction des mots nouveaux, des noms de groupes créés, des termes techniques improvisés, on voit alors se dégager de tout cet ensemble, d'aspect un peu indigeste, les études les plus intéressantes sur des découvertes anatomiques de premier ordre. Je citerai les deux principales : les recherches sur l'ovule et l'anatomie des Homoxylées.

Anatomie de l'ovule et de la graine.

Déjà dans ses publications de 1870 sur le Gui et les Santalacées, van Tieghem avait montré que dans le Gui on ne trouve pas d'ovule (1) à proprement parler, c'est-à-dire qu'il n'y a ni téguments ni nucelle, rien de ce qui peut correspondre à un lobe de feuille carpellaire ou même à une simple émergence du bord de cette feuille. Le sac embryonnaire, contenant l'oosphère ou cellule femelle est plongé directement dans les parois du carpelle. Chez les Santalacées, l'auteur découvre qu'il y a bien un ovule complètement conformé, mais qu'après la formation de l'œuf, il est entièrement digéré par les parois carpellaires, de façon qu'il n'y reste que l'embryon et l'albumen. S'il y a un ovule chez ces plantes, on peut donc dire qu'elles n'ont pas de graine. Dans ses Mémoires plus récents, van Tieghem a multiplié les exemples d'espèces végétales qui présentent ces singuliers caractères, puis il a étudié les plantes à ovules sans téguments et a aussi entrepris l'anatomie comparée des ovules à un seul tégument ou à deux téguments. En outre, de nombreuses particularités intéressantes sont révélées dans l'examen du développement de l'ovule ou de la graine chez beaucoup d'espèces.

---

(1) Remarquons qu'une confusion pourrait s'établir : lorsque van Tieghem dit qu'une plante est sans ovule, cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de cellule femelle ou oosphère ; ceci est important à noter parce que les zoologistes désignent souvent cette dernière cellule sous le nom d'ovule.

Homoxylées.

Van Tieghem a étudié l'histologie de certaines plantes, entre autres des *Drimys* qui par leurs fleurs sont classées dans les Magnoliacées, et il a découvert chez ces plantes une constitution particulière des tissus du bois secondaire qu'on ne retrouve chez aucune autre Dicotylédonée. Dans le bois de ces végétaux, il ne se produit pas de fibres ni de vaisseaux analogues à ceux des autres Angiospermes, mais seulement une seule sorte d'éléments, des fibres-vaisseaux, servant à la fois au soutien ou à la résistance de la tige et de la racine, ainsi qu'à la conduction de la sève brute. Ces éléments sont ornés de ces ponctuations spéciales dites « aréolées ». Il en résulte, à cet égard, un caractère de convergence tout à fait inattendu entre ces Dicotylédones et les Pins, Sapins et autres Gymnospermes. L'auteur a groupé sous le nom d' « Homoxylées » les quelques genres qui offrent ce singulier caractère.

Ce très rapide aperçu relatif aux travaux de van Tieghem sur l'anatomie appliquée à la classification, montre qu'une voie nouvelle est ouverte à une Botanique systématique complète, dans laquelle il sera tenu compte de tous les caractères des espèces révélés par la structure, lorsqu'il sera prouvé que ces caractères sont constants, rebelles à l'influence directe des divers milieux naturels dans lesquels croissent les végétaux.

Je viens d'essayer de grouper les parties essentielles de l'œuvre de van Tieghem, mais combien de Notes, de Communications et même de Mémoires n'ai-je pas dû laisser de côté ! On en jugera en parcourant la liste complète des publications de l'illustre savant, que j'ai jointe à cette Notice.

Quel effet singulier doit produire la lecture des titres successifs de ces travaux à celui qui ne les a pas lus ! La diversité des sujets, l'intrication de publications se rapportant aux parties de la Science des végétaux qui paraissent les plus éloignées les unes des autres, toute cette suite de recherches qui peut sembler sans suite, ces différentes séries de motifs que l'on voit souvent interrompues, puis reprises, abandonnées, puis renaissant à nouveau, tout cet ensemble d'apparence inordonnée si on le considère par ordre de dates, ne semble-t-il pas un peu incohérent ? Ou plutôt ne croirait-on pas voir comme mélangés dans cette liste linéaire les Mémoires de plusieurs savants, qui auraient travaillé côte à côte, séparés les uns des autres comme par des cloisons étanches ?

Je pense que l'exposé qui précède fait déjà comprendre qu'il n'en est rien ; toutefois il me paraît utile d'insister sur les liaisons qui s'établissent au contraire entre toutes ces recherches d'aspect si disparate, de suivre les états d'esprit de leur auteur pour mieux saisir comment en réalité elles se rapportent les unes aux autres.

L'œuvre de van Tieghem a deux points de départ, ce sont ses deux thèses de Doctorat, l'une physiologique sur une fermentation produite par un microorganisme, l'autre anatomique sur l'étude de la structure des organes dans une famille végétale naturelle. Tous les Travaux du savant peuvent se rattacher à ces deux Mémoires initiaux, mais ceux-ci nous apparaissent comme n'ayant entre eux aucun rapport quelconque : l'étude chimique d'une fermentation et l'anatomie des divers organes de plantes exotiques.

Et pourtant van Tieghem, qui s'était trouvé comme forcément conduit à traiter ces deux sujets, le premier sous l'influence de Pasteur, le second sous celle de Decaisne, ne tarda pas à saisir les liens dissimulés qui réunissaient entre elles ces deux Études qu'on pourrait croire aux antipodes l'une de l'autre.

La physiologie, comme on le sait depuis Claude Bernard, lequel eut aussi son influence sur van Tieghem, n'est en somme que l'étude des phénomènes physiques et chimiques des êtres vivants. Seulement, à la différence de la physique pure et de la chimie pure, sciences dans lesquelles on peut se poser arbitrairement des problèmes dont on choisit les données, l'étude de la Physiologie ne saurait être entreprise sans la connaissance approfondie de la structure des êtres. Ici, les données ne sont plus déterminées à la volonté de l'expérimentateur, elles sont fournies par la nature. Telle cellule est placée à tel endroit dans un tissu, les substances chimiques qu'elle contient et ses propriétés physiques sont ce qu'elles sont, et c'est l'anatomie qui apprend au biologiste dans quelles conditions il pourra entreprendre des expériences physiologiques.

Les deux points de départ de l'œuvre de van Tieghem ne se trouvent donc pas si éloignés l'un de l'autre qu'il apparaît tout d'abord, et les liens invisibles qui les rattachent réapparaissent bien souvent dans les travaux du savant. S'il étudie les fonctions des organismes inférieurs ou des plantes plus élevées en organisation, l'auteur ne perd pas de vue la structure intime, la forme et le développement des organismes dont il recherche les propriétés. Le travail que j'ai cité sur la gomme de sucrerie en est un exemple typique. Là où avaient échoué les chimistes et même les spécialistes des fermentations, van Tieghem réussit à résoudre ce problème difficile, en découvrant par l'étude microscopique de la structure que cette gomme, ce soi-disant produit amorphe, est en réalité un être vivant. Exemple inverse, lorsque l'auteur recherche le mode de développement morphologique du pollen germant et son rôle d'autoparasite sur la plante qui lui a donné naissance, c'est seulement parce qu'il a étudié les organismes inférieurs des fermentations qu'il peut mener à bien cette étude si difficile.

A partir du premier de ces points de départ, les fermentations, on voit s'enchaîner les uns aux autres tous les travaux de van Tieghem sur les Bactéries, les Champignons et la Physiologie. Dans l'étude des fermentations, l'auteur ne se contente pas de vagues définitions désignant, à un état donné, ce qu'on appelait alors un ferment figuré, un vibrion lorsqu'il s'agissait de Bactériacées, une mucédinée, une moisissure lorsqu'il était question de Champignons filamenteux capables de produire des fermentations. Aussi est-il naturellement amené par l'examen du développement et de la reproduction de ces organismes, dont il étudie le rôle physiologique en détail dans la fermentation gallique et dans la fermentation butyrique, à décrire l'évolution des Bactériacées, à entreprendre avec méthode la description des Mucorinées chez lesquelles il découvre une multitude de formes nouvelles. Enfin, comme la plupart des Champignons désignés provisoirement sous le nom de Mucédinées ne sont que des formes conidiennes d'Ascomycètes et de Basidiomycètes, on voit que l'auteur a été tout naturellement conduit à s'occuper de ces deux grands groupes de Champignons. Et comme il les cultivait dans les milieux les plus variés, les curieuses recherches sur la « vie dans l'huile » où l'on voit s'adapter un certain nombre de ces microorganismes à un mode d'existence tout spécial, se rattachent encore directement aux recherches précédentes.

En étudiant la germination des spores les plus différentes de Bactéries ou de Champignons, il voit, sur des feuilles mortes humides où sont tombés des grains de pollen entraînés par le vent, que ces grains de pollen y germent comme des spores, mais que le développement du filament qu'elles produisent (tube pollinique) y est bientôt arrêté faute d'aliments. En fournissant au grain de pollen une nourriture appropriée, il en obtient le développement complet en culture artificielle ; d'où ses recherches sur la végétation libre du pollen et ensuite sur la production de l'œuf et de l'embryon en dehors de l'organisme.

L'étude de l'embryon en lui-même attire alors son attention, il expérimente sur la régénérescence de ses diverses parties. Puis le fait d'avoir réussi à faire évoluer le tube pollinique au moyen d'un aliment artificiel l'amène à tenter des expériences du même ordre avec des graines albuminées. C'est ainsi qu'il réussit à obtenir le développement de l'embryon en plantule à l'aide d'une pâte nutritive spéciale mise à la place de l'albumen naturel. Dérivent encore de là, toutes les expériences sur l'exosmose de graines, l'action du froid sur les graines, la vie ralentie et la vie latente.

On peut suivre ainsi la pensée continue de van Tieghem, l'enchaînement logique de la suite de ses idées, dans toutes ces recherches expérimentales qui semblent souvent si disparates lorsqu'on se borne à en lire les titres successifs.

Considérons maintenant l'autre point de départ, la thèse sur la structure des Aroïdées, nous verrons se dérouler dans une série également logique tout l'ensemble des Travaux anatomiques de van Tieghem. Dans ce premier Mémoire sur les Aroïdées se pressentent déjà les préoccupations de l'auteur sur l'importance des tissus vasculaires de la plante en anatomie, et, d'autre part, le souci d'appliquer à la distinction des espèces, des genres ou des familles l'étude de la structure qui doit ajouter de nouveaux caractères à ceux donnés par l'examen purement extérieur des organes. Puis, van Tieghem étant amené ainsi à la description anatomique des végétaux les plus variés, il en déduit la définition précise des trois membres de la plante (racine, tige et feuille) par la symétrie et la disposition de leurs tissus vasculaires. En possession de ce critérium anatomique, il éclaire la question, alors si obscure, de la constitution de la fleur, et démontre que toutes ses parties sont de nature foliaire et disposées au sommet d'un rameau, que les carpelles sont toujours des feuilles, et que les ovules sont toujours des lobes de feuilles.

Une autre précision est apportée par van Tieghem dans ses recherches anatomiques sur la racine et la tige, c'est la distinction qu'il établit entre les tissus de formation primaire et les tissus de formation secondaire. Cette notion étant définie, les comparaisons anatomiques des diverses racines ou tiges devinrent d'une clarté parfaite. C'est alors, en appliquant ces données, que van Tieghem se trouva tout naturellement amené à considérer les grands groupes de végétaux par leurs caractères anatomiques. Il fit disparaître les erreurs grossières à la suite desquelles on avait cru trouver une différence fondamentale entre les Monocotylédones et les Dicotylédones; ce qui le conduisit ensuite à mettre en évidence la structure générale des Gymnospermes, des Cryptogames vasculaires, et plus tard encore à la découverte de ces caractères anatomiques de convergence dans ce groupe de Dicotylédones nommé par lui Homoxylées et qui offrent anatomiquement plusieurs ressemblances frappantes avec les Gymnospermes.

Les premières Notes sur quelques plantes parasites, dont il avait d'abord fait l'étude anatomique à propos de ses recherches sur la fleur, l'amenèrent ensuite, lorsqu'il put enfin se procurer les matériaux nécessaires, à l'étude approfondie d'un nombre considérable de plantes exotiques, chez lesquelles l'ovule présentait divers degrés de dégradation.

Les nombreux faits nouveaux découverts par van Tieghem à propos de la composition de cette partie femelle de la plante le conduisirent à examiner la constitution de l'ovule et de ses téguments dans tous les groupes végétaux et à en montrer l'importance sous forme d'une proposition de classification nouvelle des Phanérogames fondée sur l'ovule et la graine, et sur une classification générale basée sur l'œuf des végétaux.

Ainsi se relient les unes aux autres ces innombrables publications du savant, produit d'un travail intense et continu. Et il n'y a pas un Mémoire, pas une Communication, pas la plus petite Note qui ne contienne une découverte, un fait nouveau ou une vue originale.

Van Tieghem n'avait pas reçu l'éducation d'un naturaliste, c'est relativement tard qu'il s'éprit de la Biologie végétale, armé de ses connaissances en mathématiques, en Physique et en Chimie. Il n'était en Botanique l'élève de personne, et ne faisait partie d'aucune École biologique. Son esprit se trouvait donc dégagé de toute empreinte préalable sur les Sciences Naturelles, et c'est avec l'indépendance la plus complète qu'il chercha à pénétrer dans l'étude de la vie et à scruter l'organisation des êtres vivants. Si l'on ne craignait d'écrire une phrase paradoxale, on pourrait dire : « C'est parce qu'on n'avait pas appris la Botanique à van Tieghem qu'il devint un grand Botaniste » !

On a dit de van Tieghem que pour chercher à résoudre les problèmes les plus complexes et les plus difficiles, il éclairait la nature avec une lumière artificielle. Il ne faudrait pas prendre cette appréciation pour une critique ; c'est un éloge au contraire, et n'est-ce pas avec une lumière artificielle électrique que le chirurgien va fouiller dans les tissus les plus profonds du corps humain ? C'est grâce à cette source lumineuse de son esprit que van Tieghem a fait tant de découvertes, et il ne les aurait pas révélées s'il s'était contenté du jour naturel qui nous montre l'apparence extérieure de la vie et des êtres.

Une intelligence si originale, si inventive, ne saurait être rapprochée de celle d'aucun autre grand Naturaliste. Elle est d'une nature tellement personnelle, que de longtemps il ne s'en produira pas non plus qui lui puisse être comparée.

Van Tieghem est une figure à part, inséparable de son œuvre qui restera toujours marquée d'un génie qui lui est propre.

LISTE
DES PUBLICATIONS
DE PHILIPPE VAN TIEGHEM

Note sur une coloration rose développée dans les fibres végétales par l'action ménagée des acides (*Bulletin Société botanique de France*, séance du 8 mai 1863, X, p. 278).

Note sur une coloration rose développée dans les fibres végétales, particulièrement dans celles de l'écorce, par l'action ménagée des acides (*Comptes-rendus Académie Sciences*, 18 mai 1863).

Note sur les colorations développées par les acides dans les végétaux (*Bulletin Société botanique*, séance du 12 juin 1863, X, p. 362).

Note sur la fermentation ammoniacale (*Comptes-rendus*, 26 janvier 1864).

Recherches sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique. Thèse pour le doctorat ès-sciences physiques, avec une planche (*Annales scientifiques de l'École normale*, I, 1864. Publié aussi à part en une brochure in-4°).

Sur les globules amylacés des Floridées et des Corallinées (*Comptes-rendus*, 6 novembre 1865).

Note sur une monstruosité de la fleur du *Tropæolum*, propre à éclairer la structure de l'ovaire, l'origine des ovules et la nature des placentas (*Bulletin Société botanique*, 22 décembre 1865.)

Observations sur la Ficaire, avec une planche (*Annales Sciences naturelles (Botanique)*, 5e série, V, p. 88, 1866.)

Sur la structure des anthères dans les Aroïdées (*Comptes-rendus*, 12 juin 1866.

Recherches sur la respiration des plantes submergées (*Bulletin Société Botanique*, 9 novembre 1866, XIII, p. 411.)

Recherches sur la structure des Aroïdées, avec 10 planches. — Thèse pour le doctorat ès-sciences naturelles (*Annales Sc. nat., botanique*, 5e série, VI, 1867).

Résumé des recherches sur la structure des Aroïdées (*Bulletin Société Botanique*, 15 novembre 1867).

Sur la respiration des plantes aquatiques (*Comptes-rendus*, 23 décembre 1867).

Sur la fermentation gallique (*id.*, 23 décembre 1867).

Recherches pour servir à l'histoire physiologique des Mucédinées. Fermentation gallique (*Annales Sciences naturelles (Botanique)*, 5e série, VIII, 1868. — *Annales scientifiques École Normale*, VI, 1869).

Anatomie de l'Utriculaire commune (*Comptes-rendus*, 23 novembre 1868 et *Bulletin Société Botanique*, 27 novembre 1868).

Recherches sur la structure du pistil avec 4 planches — Première partie du mémoire qui a obtenu le prix Bordin en 1867 (*Annales Sciences naturelles, Botanique*, 5e série, IX, 1868).

Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées, avec 4 planches (*Comptes-rendus*, 5 et 12 avril 1869, et *Annales Sciences nationales*, 5ᵉ série, Bot. X, p. 269, 1869).

Recherches sur la symétrie de structure des végétaux (*Comptes-rendus*, 18 janvier 1869).

Sur la structure des feuilles de Monocotylédones (*id.*, 26 avril 1869).

Recherches sur la symétrie de structure de l'ovule et sur l'orientation de l'embryon dans la graine (*id.*, 26 juillet 1869).

Sur la respiration des plantes submergées (*id.*, 23 août 1869).

Respiration des plantes submergées à la lumière d'une bougie; lieu de formation du gaz (*id.*, 16 août 1869).

Anatomie de la fleur femelle et du fruit du Noyer (*Bulletin Société Botanique*, 24 décembre 1869, XVI).

Anatomie des fleurs et du fruit du Gui (*Annales Sciences naturelles*, 5ᵉ série, Bot., XII, 1870).

Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen et de l'ovule et sur la fécondation directe des plantes (*Annales Sciences naturelles (Botanique)*, 5ᵉ sér. XII, 1870).

Structure du pistil des Primulacées et des Théophrastées (*id.*, 5ᵉ série, XII, 1870).

Anatomie des fleurs des Santalacées (*id.*, 5ᵉ série, XII, 1870).

Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur, avec un atlas de 16 planches doubles. — Mémoire couronné par l'Académie des Sciences, prix Bordin, en 1867 (*Mémoires des Savants étrangers*, XXI, 1871).

Sur les divers modes de nervation de l'ovule et de la graine (*Comptes-rendus*, 14 août 1871 et *Annales Sciences naturelles (Botanique)*, 5ᵉ série, XVI, 1872).

Sur les canaux oléifères des Composés (*Bulletin Société botanique*, 24 novembre, 8 et 22 décembre 1871, XVIII).

Sur une orientation particulière de l'embryon dans la graine de certaines espèces de Casses (*Bulletin Société Philomatique de Paris*, 25 novembre 1871).

Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires. — Introduction. — I. La Racine 1 vol. in-8° avec 6 planches et 315 pages (*Annales Sciences naturelles (Botanique)*, 5ᵉ série, XII, 1871).

Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées, avec 2 planches (*id.*, 5ᵉ série, XV, 1872).

Sur les canaux oléorésineux des Ombellifères et des Araliacées (*Bulletin Société botanique de France*, 23 février 1872, XIX).

Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes (*Annales Sciences naturelles*, 5ᵉ série, XVI, p. 96, 1872).

Remarque au sujet d'un mémoire de Dutrochet sur la volubilité des tiges (*id.*, 5ᵉ série, XVI, 1872).

Sur l'*Helicostylum elegans* (*Bulletin Société Philomatique de Paris*, 24 février 1872).

Sur le polymorphisme du *Mucor Mucedo* (*Comptes-rendus*, 8 avril 1872).

Sur le polymorphisme des organes reproducteurs dans les *Mortierella* (*id.*, 1ᵉʳ juillet 1872).

Sur les zygospores du *Mucor Phycomyces* (*id.*, 8 juillet 1872).

Sur les *Circinella*, genre nouveau de la famille des Mucorinées (*Bulletin Association française Avancement des sciences*, session de Bordeaux. Août 1872).

Principaux résultats de recherches physiologiques sur la germination *(id., session de Bordeaux, 6 septembre 1872)*.

Recherches physiologiques sur la germination *(Ann. sciences nat.* 5ᵉ série, 1873 et *Ann. scientif. École norm.* II, p. 13, 1873).

Recherches sur les Mucorinées. — En collaboration avec M. G. Le Monnier — 43 pages et 6 planches *(Annales Sciences nat., Bot.*, 5ᵉ série, XVII, 1873).

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la Science, par J. Sachs, traduit sur la troisième édition allemande et accompagné de nombreuses notes et figures (1 vol. de 1.200 pages et 500 figures. Paris, Savy. 1873).

Observations sur le parasitisme des Champignons *(Bull. Soc. bot.* XXI, 27 novembre 1874).

Légèreté spécifique et structure de l'embryon de quelques Légumineuses *(id* , 27 novembre 1874).

Remarques sur la disposition des feuilles dites opposées ou verticillées *(id.*, 14 décembre 1874).

Nouvelles recherches sur les Mucorinées, 175 pages avec 4 planches *(Ann. Sciences nat. bot.* 6ᵉ série. I. 1875).

Sur la structure et le mode de déhiscence du sporange des Pilobolées et sur deux espèces nouvelles de *Pilobolus (Bull. Soc. bot.*, 26 novembre 1875).

Sur la fécondation des Basidiomycètes *(Comptes-rendus*, 8 février 1875).

Sur le développement du fruit des Coprins et la prétendue sexualité des Basidiomycètes *(Comptes-rendus*, 15 novembre 1875 et *Ann. Sc. nat., bot.* 6ᵉ série. II. 1875).

Sur le développement du fruit des *Chætomium* et sur la prétendue sexualité des Ascomycètes *(id.*, 6 décembre 1875 et *Ann. Sc. nat., bot.* 6ᵉ série. II. 1875).

Observations sur la légèreté spécifique et la structure de l'embryon de quelques Légumineuses *(Mém. Soc. sciences nat. Cherbourg*, XIX, 1875 et *Ann. Sc. nat.* 6ᵉ série. 1875).

Observations au sujet d'un nouveau travail de M. Brefeld sur les Mucorinées et en particulier sur les *Pilobolus (Bull. Soc. Bot.* 28 janvier 1876, XXIII).

Sur les *Absidia*, genre nouveau de la famille des Mucorinées *(id.*, 14 janvier 1876, XXIII).

Sur le rôle physiologique et la cause déterminante de la courbure en arcades des stolons fructifères dans les *Absidia (id.*, 11 février 1876, XXIII).

Nouvelles observations sur le développement du fruit et sur la prétendue sexualité des Basidiomycètes et des Ascomycètes *(id.*, 10 mars 1876).

Sur le développement du fruit des *Ascodesmis*, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes *(id.*, 28 juillet 1876).

Nouvelles observations sur le développement du périthèce des *Chætomium (id.*, 10 novembre 1876).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Première partie : *Aspergillus* et *Sterigmatocystis (id.*, 23 février 1877, XXIV).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Seconde partie : *Penicillium* et *Gymnoascus (id.*, 27 avril 1877).

Sur le développement de quelques Ascomycètes. — Troisième partie : Développement d'une spermogonie *(id.*, 22 juin 1877).

Sur le *Bacillus Amylobacter* et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux *(id* , 22 mars 1877).

Sur la digestion de l'albumen *(Comptes-rendus*, 26 mars 1877 et *Ann. Sc. nat., bot.*, 6ᵉ série, IV, 1877).

Troisième mémoire sur les Mucorinées, 90 pages avec 4 planches *(Ann. Sc. nat., bot.*, 6ᵉ série, IV, 1877).

Sur la gomme de sucrerie *(Leuconostoc mesenteroides),* avec 1 planche *(id.*, 6ᵉ série, VII, 1878).

Anatomie de la rose et en général caractères anatomiques des axes invaginés *(Bull. Soc. bot.*, 13 décembre 1878, XXV).

Sur les formations libéroligneuses secondaires des feuilles *(id.*, 10 janvier 1879, XXVI).

Sur la fermentation de la cellulose *(Comptes-rendus*, 3 février 1879, LXXXVIII).

Sur les prétendus cils des Bactéries *(Bull. Soc. bot.* 15 février 1879).

Développement du *Spirillum amyliferum (id.*, 28 février 1879).

Sur les spores de quelques Bactéries *(id.*, 28 mars 1879).

Identité du *Bacillus Amylobacter* et du *Vibrion butyrique* de M. Pasteur *(Comptes-rendus*, 7 juillet 1879, LXXXIX).

Sur une maladie des pommiers causée par la fermention alcoolique de leurs racines *(Bull. Soc. bot.* 28 novembre 1879).

Sur le ferment butyrique *(Bacillus Amylobacter)* à l'époque de la houille *(Comptes-rendus*, 29 décembre 1879 et *Ann. Sc. nat. Bot.* 6ᵉ série, IV, 1879).

Recherches sur la vie ralentie et sur la vie latente. — Première note. — En collaboration avec M. G. Bonnier *(Bull. Soc. bot.* 12 mars 1880, XXVII).

Recherches sur la vie ralentie et la vie latente. — Deuxième note. — En collaboration avec M. G. Bonnier *(id.*, 23 avril 1880 et *Ann. agr.* t. VI, 1880).

Sur un nouvel organisme cilié pourvu de chlorophylle *(Dymistax Perrieri) (Bull. Soc. bot.*, 14 mai 1880).

Sur quelques Bactéries agrégées *(id.*, 28 mai 1880).

Observations sur des Bactériacées vertes, sur des Phycochromacées blanches et sur les affinités de ces deux familles *(id.*, 11 juin 1880).

Sur une Volvocinée nouvelle dépourvue de chlorophylle *(Sycamina nigrescens) (Bull. Soc. bot.* 25 juin 1880).

Anatomie de la Moschatelline *(Adoxa Moschatellina) (id.*, 9 juillet 1880).

Sur quelques Myxomycètes à plasmode agrégé *(id.*, 26 novembre 1880).

Sur la végétation dans l'huile *(id).*

Sur des Bactériacées vivant à la température de 74° *(id.*, 28 janvier 1881, t. XXVIII).

Sur la végétation dans l'huile. — Deuxième note *(id.*, 25 février 1881).

Recherches sur la vie dans l'huile *(id.*, 22 avril 1881).

Action de la lumière sur la végétation du *Penicillium glaucum* dans l'huile *(id.*, 10 juin 1881).

Mouvement du protoplasme dans l'huile. Analyse des gaz dans l'huile *(id.*, 25 novembre 1881).

Recherches sur la vie latente des graines. — En collaboration avec M. G. Bonnier *(id.*, 13 janvier 1882, t. XXIX).

Discours prononcé aux obsèques de M. Decaisne *(id.*, 10 février 1882, XXIX, p. 55).

Rapport sur les travaux de M. Gayon relatifs à la Physiologie des Champignons *(Ann. Sc. nat. bot.* 6ᵉ série, XIV, 1882).

Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées *(Bull. Soc. bot.* 9 juin 1882).

Observations sur le mécanisme de la chute des feuilles. — En collaboration avec M. Guignard *(id.*, 28 juillet 1882).

Remarques au sujet du développement des *Chætomium (id.*, 28 juillet 1882).

Sur quelques points de l'anatomie des Cryptogames vasculaires *(id.*, 13 avril 1882).

Sur les canaux sécréteurs du péricycle dans la tige et la feuille des Ombellifères et des Araliacées *(id.*, 11 janvier 1884, XXXI, p. 291).

Sur les canaux sécréteurs du péricycle dans la tige et la feuille des Pittosporacées (*id.*, 25 janvier 1884, XXXI, p. 43).

Sur une manière de dénommer les diverses directions de courbure des ovules *(id.*, 8 février 1884, XXXI, p. 67).

Sur les feuilles assimilatrices et l'inflorescence des *Danae, Ruscus* et *Semele(id.*, 22 février 1884, XXXI, p. 81).

Sur la situation de l'appareil sécréteur dans la racine des Composées *(id.*, 14 mars 1884, XXXI, p. 112).

Sur la situation des canaux sécréteurs dans les Clusiacées, les Hypéricacées, les Ternstrœmiacées et les Diptérocarpacées *(id.*, 28 mars 1884, XXXI, p. 141).

Sur les faisceaux libéroligneux corticaux des Viciées *(id.*, 28 mars 1884, XXXI, p. 133).

Anatomie des Stylidiacées. — En collaboration avec M. Morot; avec planche *(Ann. Sciences nat. bot.* 6e série, XIX, p. 281).

Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes *(Bull. Soc. bot.*, 9 mai 1884, XXXI, p. 226).

Sur les canaux sécréteurs des Liquidambaracées et des Simarubacées *(id.*, 23 mai 1884, XXXI, p. 247).

Développement de l'Amylobacter dans les plantes à l'état de vie normale *(id.*, 27 juin 1884, XXXI, p. 283).

Cœnonie, genre nouveau de Myxomycètes à plasmode agrégé *(id.*, 11 juillet 1884, XXXI, p. 303).

Sur une anomalie des branches du Pin maritime *(id.*, 11 juillet 1884, XXXI, p. 299).

Sur la structure et les affinités des Pittosporacées *(id.*, 28 novembre 1884, XXXI, p. 323).

Structure et affinité des *Mastixia (id.*, 12 décembre 1884, XXXI, p. 393).

Traité de botanique. 1 vol. gr. in-8° de 1656 pages avec 803 figures dans le texte. — Publication par fascicules, commencée en 1880, terminée en 1884. — (Paris-Savy, 1884).

Sur les canaux à gomme des Sterculiacées *(Bull. Soc. bot.* 9 janvier 1885, XXXII, p. 11).

Valeur morphologique des cellules annelées et spiralées des Cactées *(id.*, 13 mars 1885, XXXII, p. 103).

Second mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes *(Ann. Sciences nat.* 7e série, I, p. 5, 1885, 96 pages.

Observations sur la structure des Cabombées *(Bull. Soc. bot.* 11 décembre 1885, XXXII, p. 380).

Structure de la tige des Primevères nouvelles du Yun-Nan *(id.*, 12 février 1886, XXXIII, p. 95).

Groupement des Primevères d'après la structure de leur tige. — En collaboration avec M. Douliot *(id.*, 26 février 1886, XXXIII, p. 126).

Transpiration et chlorovaporisation *(id.*, 18 mars 1886, XXXIII, p. 152).

Structure et affinités du *Leitneria*. — En collaboration avec M. Lecomte *(id.*, 26 mars 1886, XXXIII, p. 181).

Sur les tiges à plusieurs cylindres centraux *(id.*, 9 avril 1886, XXXIII, p. 213).

Inversion du sucre de canne par le pollen *(id.*, 9 avril 1886, XXXIII, p. 216).

Sur la polystélie. 50 pages et 3 planches. — En collaboration avec M. Douliot *(Ann. sciences nat. bot.* III, 1886, XXXIII, p. 275).

Observations sur la sortie des racines latérales et en général des membres endogènes *(Bull. Soc. bot.* 14 mai 1886, XXXIII, p. 252).

Sur la croissance terminale de la racine dans les Nymphéacées *(id.*, 28 ma 1886, XXXIII, p. 264).

Sur la formation des racines latérales des Monocotylédones *(id.*, 22 juillet 1886, XXXIII, p. 342).

Origine des radicelles et des racines latérales chez les Légumineuses et les Cucurbitacées *(id.*, 26 novembre 1886, XXXIII, p. 494).

Eléments de botanique. — I. Botanique générale. 1 vol. in-12 de 479 pages avec 143 figures dans le texte. — Paris, Savy. 1886).

Sur la formation quadrisériée des radicelles dans les racines binaires des Phanérogames *(Bull. Soc. bot.* 14 janvier 1887, XXXIV, p. 11).

Disposition quadrisériée des bourgeons sur les racines binaires des Phanérogames *(id.*, 28 janvier 1887, XXXIV, p. 49).

Sur les racines doubles et les bourgeons doubles des Phanérogames *(Journal de botanique*, I, p 19 ; mars 1887).

Recherches sur la disposition des radicelles et des bourgeons dans les racines des Phanérogames *(Ann. sciences nat. Bot.* 7ᵉ série, V, p. 130. 1887).

Sur le second bois primaire de la racine *(Bull. Soc. bot.* 11 mars 1887, XXXIV, p. 101).

Origines des radicelles et des racines latérales dans les Rubiacées, les Violacées et les Apocynacées *(id.*, 22 avril 1887, XXXIV, p. 150).

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Crucifères *(id.*, 25 mars 1887, XXXIV, p. 221).

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Rosacées *(id.*, 27 mai 1887, XXXIV, p. 221).

Sur le réseau sus-endodermique de la racine des Caprifoliacées *(id.*, 24 juin 1887, XXXIV, p. 251).

Structure de la racine et disposition des radicelles dans les Centrolépidées, Eriocaulées, Joncées, Maïacées et Xyridées *(Journal de botanique,* I, p. 303, 1887).

Sur les poils radicaux géminés *(Ann. sciences nat.* 7ᵉ série, XI, p. 127, 1887).

Oleina et *Podocapsa,* deux genres nouveaux de l'ordre des Ascomycètes *(Journal de bot.* I, p. 289, 1887).

Sur l'exoderme de la racine des Restiacées *(Bull. Soc. bot.* 25 novembre 1887, XXXIV, p. 348).

Sur le réseau sous-endodermique de la racine dans les Légumineuses et les Ericacées *(id.*, 11 mai 1888, XXXV, p. 273).

Sur le réseau sous-épidermique de la racine des Géraniacées. — En collaboration avec M. Monal *(id.*, 11 mai 1888).

Sur les plantes qui forment leurs radicelles sans poche *(id.*, 25 mai 1888, XXXV, p. 278).

Sur la limite du cylindre central et de l'écorce dans les Cryptogames vasculaires *(Journal de bot.* 1ᵉʳ novembre 1888, II, p. 369).

Sur le dédoublement de l'endoderme dans les plantes vasculaires (*id.*, II, p. 404).

Hydroleucites et grains d'aleurone (*id.*, 16 décembre 1888, II, p. 429).

Eléments de botanique. — II. Botanique spéciale (1 vol. in-12 de 468 pages avec 312 figures. Paris, Savy, 1888).

Sur les fibres libériennes primaires de la racine des Malvacées (*Ann. sciences nat. Bot.* 7e série, VII, p. 176).

Sur le réseau de soutien de l'écorce de la racine (*Ann. sciences nat* 7e série, VII, p. 375).

Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. — 1 vol. in-8° de 660 pages avec 40 planches et 586 figures (*id.*, 7e série, VIII, 1889).

Remarques sur la structure de la tige des Ophioglossées (*Journal de botanique*, 1er décembre 1890, IV, p. 405).

Remarques sur la structure de la tige des Prêles (*id.*, 1er novembre 1890, IV, p. 365).

Péricycle et péridesme (*id.*, 16 décembre 1890, IV, p. 433).

Classification anatomique des Mélastomacées (*Bull. soc bot.* 23 mars 1891, XXXVIII, p. 114).

Sur la structure et les affinités des Mémécylées (*Ann. sc. nat.* 7e série, XIII, p. 23, 1890, 70 pages et 1 planche).

Sur les tinoleucites (*Journal de bot.* 1er avril 1891, V, p. 101).

Sur les tubes criblés extralibériens et les vaisseaux extraligneux (*id.*, 16 avril, 1891, V, p. 117).

Structure et affinités des Primevères du Thibet et de la Chine, récemment décrites par MM. Bureau et Franchet (*id.*, 1er mai 1891, V, p. 133).

Struture et affinités des *Stachycarpus*, genre nouveau de la famille des Conifères (*Bull. soc. bot.* 10 avril 1891, XXXVIII, p. 161).

Structure et affinités des *Cephalotaxus* (*id.*, 24 avril 1891, XXXVIII, p. 184).

Un nouvel exemple de tissu plissé (*Journal de bot.* 1er juin 1891, V, p. 165).

Sur la structure primaire et les affinités des Pins (*id.*, 16 août et 1er septembre 1891, V, p. 265 et 281).

A propos des faisceaux criblés périmédullaires de la tige des Composées liguliflores (*id.*, V, p. 243).

Nouvelles remarques sur la disposition des canaux sécréteurs dans les Diptérocarpacées, les Simarubacées et les Liquidambaracées (*id.*, 16 novembre 1891, V, p. 377).

Sur la germination du *Bupleurum aureum* (*Bull. soc. bot.* 27 novembre 1891, XXXVIII, p. 402).

Structure et affinités des *Abies* et des genres les plus voisins (*id.*, 11 décembre 1891, XXXVIII, p. 406).

Sur la limite de la tige et de la racine dans l'hypocotyle des Phanérogames (*Journal de bot.* 16 décembre 1891, V. p. 425).

Addition aux recherches sur la structure et les affinités des Mélastomacées (*Ann. des sc. nat.* 7e série, Bot. XIII, p. 374).

Traité de Botanique, 2e édition, revue, augmentée, 2 vol. in-8° en un volume de 1855 pages avec 1213 figures (publiée par fascicules en 1889, 1890, 1891, Paris, Savy, 1891).

Deuxième addition aux recherches sur la structure et les affinités des Mélastomacées (*Ann. des sc. nat.* 7e série, Bot. XV, p. 369, 1892).

Sur la structure des Aquilariées *(Journal de Bot.*, 16 juin 1892, VI, p. 217).

Eléments de botanique, 2e édition, revue et augmentée. I. Botanique générale (1 vol. in-12, 520 pages et 231 figures. Paris, Savy, 1891).

Avant-propos du mémoire de M. l'Abbé Hue intitulé : *Lichenes exotici* (Nouvelles archives du Muséum, 3e série, IV, 1892).

Sur les genres méconnus ou nouveaux de la famille des Thyméléacées *(Bull. soc. bot.* 27 janvier 1893, XXX, p. 65).

Sur la classification des Basidiomycètes *(Journal de bot.* 1er mars 1893, VII, p. 77).

Recherches sur la structure et les affinités des Thyméléacées et des Pénéacées *(Ann. de sc. nat.* 7e série, XVII, p. 185, 1893, 110 pages et 1 planche).

Eléments de botanique, II. Botanique spéciale, 2e édition revue et augmentée (1 vol. in-12 de 519 pages avec 332 figures, Paris, Savy 1893).

Sur la structure et les affinités du *Nuytsia* et des *Gaiadendron*, deux genres de Loranthacées non parasites *(Bull. soc. bot.* 24 novembre 1893, XI, p. 317).

Sur la structure de la fleur du *Nuytsia* et des *Gaiadendron*, comparée à celle des Loranthacées parasites *(id.*, 8 décembre 1893, XL, p. 341).

Sur la structure et les affinités des prétendus genres *Nallogia* et *Triarthron* *(id.*, 26 janvier 1894, XLI, p. 61).

Structure de la racine dans les Loranthacées parasites *(id.*, 9 février 1894, XLI, p. 128).

Sur la classification des Loranthacées *(id.*, 23 février 1894, XLI, p. 138).

Sur les *Loxanthera, Amylotheca* et *Treubella*, trois genres nouveaux pour la tribu des Elytranthées dans la famille des Loranthacées *(id.*, 13 avril 1894, XLI, p. 257).

Aciella, genre nouveau de la tribu des Elytranthées dans la famille des Loranthacées *(id.*, 8 juin 1894, XLI, p. 433).

Quelques genres nouveaux pour la tribu des Loranthées dans la famille des Loranthacées *(id.*, 13 juillet 1894, XLI, p. 481).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice dialysépale et anthères basifixes *(id* , 27 juillet 1894, XLI, p. 497).

Quelques compléments à l'étude des Loranthées à calice dialysépale et anthères basifixes ou Phénicanthémées *(id.*, 23 novembre 1894, XLI, p. 533).

Trithecanthera, Lysiana et *Alepis*, trois genres nouveaux pour la famille des Loranthacées *(id.*, 14 décembre 1894, XLI, p. 597).

Sur les Loranthoïdées de la Nouvelle-Zélande *(id.*, 11 janvier 1895, XLII, p. 23).

Sur les Loranthoïdées d'Australie *(id.*, 8 février 1895, XLII, p. 81).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice dialysépale et anthères oscillantes ou Struthanthées *(id.*, 22 février 1895, XLII, p. 161).

Sur les deux Loranthacées rapportées de Californie par M. Diguet : *Phoradendron Diguetianum* et *Dipodophyllum Digueti (Bull. du Muséum*, 1895, p. 30).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Loranthées à calice gamosépale et à anthères basifixes ou Dendrophthoées *(Bull. soc. bot.* 22 mars 1895, XLII, p. 241).

Sur quelques plantes rapportées du Congo par M. Lecomte *(Bull. du Muséum*, 1895, p. 164).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Psittacanthées de la famille des Loranthacées *(Bull. soc. bot.* 10 mai 1895, XLII, p. 343).

Observations sur la structure et la déhiscence des anthères des Loranthacées, suivies de remarques sur la structure et la déhiscence des anthères en général *(id.*, 24 mai 1895, XLII, p. 363).

Loxania et *Ptychostylus*, deux genres nouveaux pour la tribu des Struthanthées dans la famille des Loranthacées (*id.*, 14 juin 1895, XLII, p. 385).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Elytranthées de la famille des Loranthacées (*id.*, 28 juin 1895, XLII, p. 433).

Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Gaïadendrées de la famille des Loranthacées (*id.*, 22 juillet 1895, XLII, p. 455).

Dédoublement du genre *Phœnicanthemum* d'après la structure des anthères (*id.*, 26 juillet 1895, XLII, p. 489).

Sur les genres *Basicarpus*, *Stachyphyllum* et *Antidaphne*, de la sous-famille des Viscoïdées dans la famille des Loranthacées (*id.*, 8 novembre 1895, XLII, p. 562).

Sur le genre *Arceuthobium*, considéré comme type d'une tribu distincte dans la famille des Loranthacées (*id.*, 22 novembre 1895, XLII, p. 625).

Sur la structure et les affinités des *Tupeia*, *Ginalloa*, *Phoradendron* et *Dendrophthora* de la famille des Loranthacées (*id.*, 13 décembre 1895, XLII, p. 643).

Acrogamie et basigamie (*Journal de bot.* IX, 1895, p. 465).

Korthalsella, genre nouveau pour la famille des Loranthacées (*Bull. soc. bot.* 13 mars 1896, XLIII, p. 83).

Sur le groupement des espèces en genres dans les Ginalloées, Bifariées, Phoradendrées et Viscées, quatre tribus de la famille des Loranthacées (*id*, 24 avril 1896, XLIII, p. 161).

Quelques conclusions d'un travail sur les Loranthinées (*id.*, 8 mai 1896, XLIII, p. 241).

Sur l'organisation florale des Balanophoracées et sur la place de cette famille dans la sous-classe des Dicotylédones inovulées ou Loranthinées (*id.*, 26 juin 1896, p. 295).

Sur quelques exemples nouveaux de Basigamie et un cas d'Homœogamie (*Journal de bot.* 1er août 1896).

Sur les deux sortes de ramification verticillée isostique chez les êtres vivants (*Ann. des sc. nat.* 8e série, Bot. II, p. 351, 1896).

Sur les Phanérogames à ovules sans nucelle formant le groupe des Innucellées (*Bull. soc. bot.* 27 novembre 1896, LXIII, p. 543).

Notice sur Ferdinand Müller (*Bull. du Muséum*, 1896, p. 304).

Sur trois *Loranthus* de l'herbier de Desvaux (*id.*, 1896, p. 337).

Sur l'existence de feuilles sans méristèles dans la fleur de certaines Phanérogames (*Rev. gén. bot.* XIII, p. 471, 1896).

Origine exodermique des poils poststaminaux des sépales chez les Santalacées (*Journal bot.* XI, p. 41, 1er février 1897).

Sur les caractères et les affinités des Grubbiacées (*id.* XI, p. 127, 16 avril 1897).

Sur les Phanérogames sans graines formant la division des Inséminées (*Bull. soc. bot.* 26 février 1897, XLIV, p. 99).

Sur les Phanérogames sans graines formant le groupe des Inséminées (*Cpt.-R.* 22 mars 1897).

Sur les Inséminées sans ovules, formant la subdivision des Inovulées ou Loranthinées (*id.*, 29 mars 1897).

Sur les Inséminées à ovules sans nucelle, formant la subdivision des Innucellées ou Santalinées (*id.*, 5 avril 1897).

Sur les Inséminées à ovule pourvu d'un nucelle sans tégument, formant la subdivision des Integminées ou Anthobolinées (*id.*, 12 avril 1897).

Sur les Inséminées à nucelle pourvu d'un seul tégument, formant la subdivision des Unitegminées ou Icacininées (*id.*, 19 avril 1897).

Sur les Inséminées à nucelle pourvu de deux téguments, formant la subdivision des Bitegminées ou Heistérinées (*id.*, 26 avril 1897).

Classification nouvelle des Phanérogames, fondée sur l'ovule et la graine (*id.*, 3 mai 1897).

Structure de l'ovule et de la graine chez les Hydnoracées (*Journal bot.* 16 juillet 1897, XI, p. 233).

Morphologie de l'embryon et de la plantule chez les Graminées et les Cypéracées (*Ann. des sc. nat.* 8e série, Bot. III, p. 259, 1897).

Sur une nouvelle sorte de Basigamie (*Journal bot.* 16 octobre 1897, XI, p. 323).

Sur l'élongation des nœuds (*Ann. des sc. nat.* 8e série, Bot. V, p. 155, 1898).

Sur le genre Simmondsie, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Simmondsiacées (*Journal bot.* 1er avril 1898, XII, p. 103).

Eléments de Botanique, 3e édition, revue et augmentée. — I. Botanique générale, 1 vol. in-12, de 559 pages avec 235 fig. — II. Botanique spéciale, 1 vol. in-12 de 612 p. avec 315 fig. Paris, Masson, 1898).

Structure de fruit, germination et structure de la plantule dans la Nuytsie (*Bull. soc. bot.* 13 mai 1898, XLV, p. 213).

Sur les Cnéoracées (*Bull. du Muséum*, 24 mai 1898, p. 241. — (*Ann. sc. nat. Bot.* IX, p. 365, 1899).

Sur les Buxacées (*Ann. sc. nat.* 8e série, Bot. t. V. p. 289, 1898. — Mémoire de 50 pages).

Sur le genre Penthore, considéré comme type d'une famille nouvelle les Penthoracées (*Journal bot.* 16 mai 1898, XII, p. 150. — *Ann. sc. nat.* Bot. IX, p. 373, 1899, 8e série).

Structure de quelques ovules et parti qu'on en peut tirer pour améliorer la classification (*Journal bot.* 1er juillet 1898, XII, p. 197).

Présentation à la Société botanique de la 3e édition des *Eléments de Botanique*, 2 vol. in-12, Paris-Masson, 1898 (*Bull. soc. bot.* séance du 13 mai 1898).

Avicenniacées et Symphorémacées. Place de ces deux nouvelles familles dans la classification (*Journal bot.* 16 novembre et 1er décembre 1898, XII, p. 345 et p. 353).

Deux genres nouveaux pour la famille des Coulacées (*Bull. du Muséum*, V, p. 97, 28 février 1899).

Sur les Coulacées (*Journal bot.* mars 1899, XIII, p. 69. — *Ann. sc. nat.* Bot. 8e série, X, p. 125, 1899).

Spores, diodes et tomies (*Journal bot.* avril 1899, XIII, p. 127).

Sur les genres Actinidie et Sauravie, considérés comme type d'une famille nouvelle, les Actinidiacées (*id.*, juin 1899, XIII, p. 170. — *Ann. sc. nat.* 8e série, Bot. X, p. 137, 1899).

Discours prononcé à la Réunion générale annuelle des cinq Académies, le 25 octobre 1899).

Sur les Canellacées (*Journal bot.* septembre 1899, XIII, p. 266).

Sur les Fouquiériacées (*id.*, octobre 1899, XIII, p. 293).

Discours prononcé à la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 18 décembre 1899).

Sur les Parnassiacées (*Journal bot.* novembre 1899, XIII, p. 326).

Sur le genre Neumannie, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Neumanniacées (*id.*, décembre 1899, XIII, p. 361).

Sur les Stachyuracées et les Kœberliniacées (*id.*, XIV, p. 1 janvier 1900).

Sur les nodules nourriciers du placente des Utriculaires (*Bull. du Muséum*, VI, 30 janvier 1900).

Sur les Bixacées, les Cochlospermacées et les Sphérosépalacées (*Journal bot.* XIV, p. 32, février 1900).

Sur les prétendues affinités des Crucifères et des Papavéracées (*Bull. du Muséum*, IV, p. 75, 20 février 1900).

Sur le genre Hocquartie (*Journal bot.* XIV, p. 65, mars 1900).

Sur les prétendues affinités des Plombagacées et des Primulacées (*Bull. du Muséum,* VI, p. 131, 27 mars 1900).

Sur la fréquente inversion de l'ovule et la stérilité corrélative du pistil dans certains Statices (*Journal bot.* XIV, p. 97, avril 1900).

Sur le genre Erythrosperme, considéré comme type d'une famille nouvelle, les Erythrospermacées (*id.*, XVI, p. 125, mai 1900).

Sur la structure de l'ovule et de la graine et sur les affinités des Salicacées (*Bull. du Muséum*, VI, p. 197, 2 mai 1900).

Sur le prothalle femelle des Stigmatées (*Journal bot.* XIV, p. 100, avril 1900).

Sur les genres Pentaphylace et Corynocarpe, considérés comme types de deux familles distinctes, et sur les affinités de ces deux familles (*id.*, XIV, p. 189, juillet 1900).

Sur les Dycotylédones du groupe Homoxylées (*id.*, XIV, p. 259, p. 277, p. 330, septembre, octobre, novembre, décembre 1900, mémoire de 68 pages).

Sur le genre Lophire, considéré comme type d'une famille distincte, les Lophiracées (*id.*, XV, p. 169, juin 1901).

L'œuf des plantes, considéré comme base de leur Classification (*Ann. sc. nat.* 8ᵉ série, Bot. t. XIV, p. 213, novembre 1901).

Rhizanthème, genre nouveau de Loranthacées (*Journal bot.* XV, p. 362, novembre 1901).

Epiblépharide, genre nouveau de Luxembourgiacées (*id.*, XV, p. 389, décembre 1901).

L'Hypostase, sa structure et son rôle constants, sa forme et sa position variables (*Bull. du Muséum,* VII, p. 24, décembre 1901).

Sur le genre Beccarine, de la famille des Dendrophthoacées (*Journal bot.* XVI, p. 1, janvier 1902).

L'hypostase dans le fruit et dans la graine (*Bull. du Muséum*, VII, p. 43, janvier 1902).

Deux Ochnacées nouvelles, intéressantes par leur habitat géographique (*id.*, VIII, p. 47, janvier 1902).

Sétouratée, Campylosperme et Bisétaire, trois genres nouveaux d'Ochnacées (*Journal bot.* XVI, p. 33, février 1902).

La fleur dans les plantes vasculaires dites Cryptogames (*Bull. du Muséum,* VIII, février 1902).

Subdivision du genre Ochne et constitution actuelle de la tribu des Ochnées (*Journal bot.* XVI, avril 1902).

L'embryon des Ochnacées et son emploi dans la définition des genres (*Bull. du Muséum,* VIII, mars 1902).

Le cristarque dans la tige et la feuille des Ochnacées (*id.*, VIII, avril 1902).

Sur la préfloraison des Ochnacées (*id.*, avril 1902).

Quelques genres nouveaux d'Ochnacées. Constitution actuelle de la famille (*id.*, mai 1902).

Sur l'homologie du « sac pollinique » et du « nucelle » chez les Endoprothallées ou Phanérogames (*id.*, mai 1902).

Constitution nouvelle de la famille des Ochnacées (*Journal de Bot.* XVI, juin 1902).

Périblépharide, genre nouveau de Luxembourgiacées (*id.*, juillet 1902).

Germination et structure de la plantule chez les Coulacées (*id.*, juillet 1902).

Cercouratée et Monoporide, deux genres nouveaux d'Ochnacées (*Bull. du Muséum*, juillet 1902).

Structure de l'ovule des Caricacées et place de cette famille dans la Classification (*id.*, juin 1902).

L'Hypostase dans l'ovule et la graine des Rosacées (*Ann. des Sc. nat Bot.* XVI, p. 59, juillet (1902).

Sur les Ochnacées (*Ann. sc. nat. Bot.* 8ᵉ série, Tome 16, p. 161, 1902).

Encore quelques genres nouveaux d'Ochnacées. Tableau résumant la composition actuelle de la famille (*Bulletin du Muséum*, p. 543-549, novembre 1902).

Sur une Ouratée de l'Ascension (*id.*, p. 614-615, décembre 1902).

Structure de l'étamine chez les Scrofulariacées (*id.*, p. 616, décembre 1902).

Sur l'hypostase (*Ann. sc. nat. Bot.* 8ᵉ série, t. 17, p. 347, 1903).

Structure de l'étamine chez les Scrofulariacées (*id.*, p. 363).

Structure de l'ovule des Caricacées et place de cette famille dans la classification (*id.*, p. 372).

Nouvelles observations sur les Ochnacées (*id.*, Tome 18, 1903).

Sur les Columelliacées (*id.*, p. 155-164).

Proboscelle, genre nouveau d'Ochnacées (*Journal de Bot.* Tome 17, p. 1, janvier 1903).

Biramelle et Pléopétale, deux genres nouveaux d'Ochnacées (*id.*, page 96, mars 1903).

Sur les Ancistrocladacées (*id.*, p. 151, mai 1903).

Sur le genre Strasburgérie considéré comme type d'une famille nouvelle, les Strasburgériacées (*id.*, p. 198, juin-juillet 1903).

Structure de l'ovule des Dichapétalacées et place de cette famille dans la classification (*id.*, p. 229, août-septembre 1903).

Sur l'androcée des Cucurbitacées (*id.*, p. 319, octobre-novembre 1903).

Sur les Batidacées (*id.*, p. 363, décembre 1903).

Quelques espèces nouvelles d'Ochnacées (1ᵉʳ partie), (*Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, p. 30, janvier 1903).

Quelques espèces nouvelles d'Ochnacées (2ᵉ partie) (*id.*, p. 73, février 1903).

Notice nécrologique sur M. E. Bescherelle (*id.*, p. 111, mars 1903).

Quelques espèces nouvelles d'Ochnacées (3ᵉ partie) (*id.*, 156, mars 1903).

Sur les Columelliacées (*id.*, p. 233, mai 1903).

Liste des Ochnacées de Madagascar (*id.*, p. 240, mai 1903).

Sur la germination des Ochnacées (*id.*, p. 286, juin 1903).

Structure et affinités des Erythroxyglacées (*id.*, p. 287, juin 1903).

Sur les Luxembourgiacées (*Ann. sc. nat. Bot.* série 8, Tome 19, p. 1, 1904).

Structure de la tige des Calycanthacées (*id.*, p. 305).

Sur les genres Gaslondie et Psiloxyle considérés comme membres certains de la famille des Myrtacées (*id.*, p. 349-360).

Premiers indices de diodogénie chez les Arhizophytes et derniers vestiges de tomiogénie chez les Rhizophytes (*Journal de Bot.* Tome 1, p. 5, janvier 1904).

Sur les faisceaux médullaires de la tige et du pédoncule floral des Godoyées (*id.*, p. 53, février 1904).

Sur les franges sécrétrices des stipules et des sépales chez les Godoyées (*id.* p. 105, avril 1904).

Structure de la tige des Calycanthacées (*Bulletin du Muséum*, p. 68, 1904).

Sur les diverses sortes de méristèles corticales de la tige (*Ann. sc. nat. Bot.* série 9, Tome 1, p. 33, 1905).

Sur les Irvingiacées (*id.*, p. 247).

Sur les Rhaptopétalacées (*id.*, p. 321).

Sur la Chambre gemmaire de quelques Légumineuses (*id.*, Tome 2, p. 172, 1905).

Sur le genre Octocnème, considéré comme type d'une famille distincte, les Octocnémacées (*Journal de Bot.* XIX, p. 45, mars 1905).

Sur la stèle ailée de la tige de quelques Légumineuses (*id.*, p. 185, novembre-décembre 1905).

Remarques sur la fleur femelle des Charmes, des Aunes et des Pacaniers (*Ann. sc. nat. Bot.* série 9, Tome 3, p. 368, 1906).

Sur la dissymétrie des feuilles distiques (*id.*, p. 376, 1906).

Sur la dissymétrie des folioles latérales dans les feuilles composées (*id.*, T. 4, p. 211, 1906).

Sur les Agialidacées (*id.*, 223, 1906).

Sur les Héliotropiacées (*id.*, p. 261, 1906).

Ailante et Pongèle (*id.*, p. 272, 1906).

Quelques remarques sur les Trémandracées (*id.*, p. 373, 1906).

Sur les verticilles foliaires hétérogènes (*Journal de Bot.* p. 103, 1906).

Eléments de Botanique — 4ᵉ édition — (2 volumes, Paris, Masson, 1906).

Supplément aux Ochnacées suivi d'une table alphabétique des genres et espèces qui composent actuellement cette famille (*Ann. sc. nat. Bot.* série 9, Tome 5, p. 157, 1907).

Remarques sur l'organisation florale et la structure de l'ovule des Aracées (*id.*, p. 312, 1907).

Structure du pistil et du fruit des Labiées, des Boragacées et des familles voisines (*id.*, p. 321, 1907).

Sur les divers modes de placentation du carpelle (*id.*, p. 351, 1907).

Sur les Anthères symétriquement hétérogènes (*id.*, p. 364, 1907).

Une Graminée à tige schizostélique (*id.*, p. 371, 1907).

A propos de la Strasburgérie (*id.*, p. 375, 1907).

Sur les Inovulées. Première partie. Introduction. I. Ordre des Loranthinées 1. Alliance des Balanophorales (*id.*, Tome 6, p. 125, novembre 1907).

Structure du pistil et de l'ovule du fruit et de la graine des Acanthacées. Dédoublement de cette famille (*Ann. sc. nat. Bot.* série 9, Tome 7, p. 1 1908).

Restauration du genre Hexacentre dans la famille nouvelle des Thunbergiacées (*id.*, p. 111, 1908).

Sur les canaux à mucilage des Pipérées (*id.*, p. 117, 1908).

Remarque sur l'orientation de l'embryon des Caprifoliacées (*id.*, p. 128, 1908).

Orientation de l'ovule dans le pistil et de l'embryon dans la graine chez les Valérianacées (*id.*, Tome 8, p. 176, 1908).

Structure de l'ovule et direction de l'embryon dans la graine des Acanthées (*Journal de Bot.* p. 5-11, 1908).

Relation entre la production des Cystolithes et la conformation de la région stélique du pétiole dans la nouvelle famille des Acanthacées, (*id.*, p. 25-28, 1908).

Allocution prononcée en prenant le siège de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences (*Comptes-Rendus de l'Ac. des Sc.* 2 novembre 1908).

Notice sur la vie et les travaux de Pierre Duchartre, lue dans la Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 7 décembre 1908.

Remarques sur les Dipsacacées. (*Ann. des Sc. nat. Bot.* série 9, Tome 10, p. 148,1909).

Classification nouvelle du groupe des Inovulées (*Compt.-Rend. Acad. Sciences*, Tome 150, p. 1715, 1910).

Notice sur la vie et les travaux de Claude Bernard, lue dans la Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, décembre 1910.

Place des Truriariées dans la classe des Monocotyles (*Compt.-Rend. Acad. Sciences*, Tome 152, p, 1041, 18 avril 1911).

Lépidariacées, famille nouvelle d'Inovulées (*id.*, Tome 153, p. 1195-1199, 1911).

Notice sur la vie et les travaux de J. B. Dumas, lue dans la Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 15 décembre 1912.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS

DONT FAISAIT PARTIE

PHILIPPE VAN TIEGHEM

Académie des Sciences de l'Institut de France (janvier 1877).

Secrétaire perpétuel de cette Académie (novembre 1908).

Société botanique de France, 1865.

Société philomatique de Paris, 1872.

Association française pour l'avancement des Sciences, 1872.

Société cryptogamique italienne à Milan, 1878.

Société microscopique de Londres, 1879.

Société Linnéenne de Bordeaux, 1879.

Comité des Travaux historiques au Ministère de l'Instruction publique, 1881.

Société botanique allemande à Berlin, Membre correspondant, 1884, Membre honoraire, 1907.

Société hollandaise des Sciences à Haarlem, 1885.

Société botanique d'Edimbourg, 1886.

Société des naturalistes de Moscou, 1889.

Comité flamand de France, 1890.

Société royale danoise des Sciences et des Lettres, 1890.

Académie des Sciences de Vienne, 1890.

Société espagnole d'histoire naturelle, 1901.

Académie royale des *Lincei* à Rome, 1905.

Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, 1908.

Institut vénitien des Sciences, lettres et Arts, 1909.

Société Linnéenne de Londres, 1911.

Société royale des Sciences d'Upsal, 1912.

Société Helvétique des Sciences naturelles, Genève, 1912.

NOTE SUR LES BASIDIOMYCÈTES
DE LA FORÊT DE FONTAINEBLEAU

par M. Léon **DUFOUR**

Dans le volume qui a été offert à M. Gaston Bonnier, à l'occasion du 25e anniversaire de la création du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et de la Revue Générale de Botanique *(Rev. Gén. de Bot.* Tome 25 bis), j'ai publié une note sur les *Agaricinées* de la forêt de Fontainebleau. Je voudrais aujourd'hui compléter ce travail en m'occupant de toutes les autres familles de Basidiomycètes.

L'origine des documents qui vont me servir est la même que pour la famille des Agaricinées. Je me bornerai à répéter ici que quand, pour une espèce, il n'y a aucune indication de localité, c'est que j'ai trouvé son nom dans une liste d'espèces données comme recueillies dans la forêt de Fontainebleau sans aucune indication complémentaire.

POLYPORÉES

Lenzites.

Le genre Lenzites placé ici dans les Polyporées est souvent classé parmi les Agaricinées : c'est un genre de transition entre ces deux familles.

Espèce très commune : *L. flaccida.*

Autres espèces moins communes : *L. tricolor, L. abietina,* toutes deux près du Polygone.

Dædalea

P. quercina : espèce très répandue.

Autres espèces : *P. unicolor :* sommet de la côte de Bourron, Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

D. cinerea.

Favolus.

F. alveolaris : espèce rare.

Trametes.

T. gibbosa : espèce un peu rare en général, mais commune dans la forêt de Fontainebleau, sur les bases restées en terre des troncs d'arbre coupés.

Moins communes : *T. hexágonoides* et *T. inodora :* Parc.

T. rubescens.

T. hispida : à la Tillaye sur un tronc de Hêtre.

T. Pini : Calvaire, Mont-Merle.

Physisporus.

P. vulgaris : assez commun entre le Carrefour du Berceau et la mare aux Evées, au Gros Fouteau, près de la Route de la Fosse à Rateau, au haut de la côte de Bourron.

P. medulla panis.

Polyporus.

Espèces très communes : *P. perennis, adustus, versicolor, zonatus, connatus, betulinus, marginatus, annosus, applanatus, pectinatus, fomentarius, igniarius.*

Les espèces suivantes sont moins communes, au moins dans la forêt de Fontainebleau, ou même rares.

P. brumalis : La Tillaye.

P. leucomelas.

P. arcularius : Route de la Tour Denecourt.

P. tubarius.

P. nummularius : près de la gare de Thomery, Bois près d'Arbonne.

P. melanopus.

P. leptocephalus : près de la gare de Thomery.

P. squamosus.

P. picipes : Mare aux Evées, Route de la Tête à l'Ane, Carrefour du Chevreuil.

P. calceolus : Mare aux Evées, au haut de la côte de Bourron, Carrefour du Chevreuil.

P. frondosus : La Tillaye.

P. acanthoides.

P. lucidus : au haut de la côte de Bourron, Carrefour du Chevreuil, Route de Fleury près du sentier du Jupiter.

P. Schweinitzii : près du Polygone.

P. chioneus : Fosse à Rateau, Gros Fouteau.

P. lacteus : Polygone, Bas-Bréau.

P. epileucus : Parc de Fontainebleau, entre le Carrefour du Berceau et la mare aux Evées.

P. cæsius : Parc.

P. tephroleucus.

P. sulfureus : Bouquet du Roi, sommet de la Côte de Bourron, Plateau de Belle-Croix (Oasis des Amants).

P. imberbis var. *fumosus.*

P. amorphus : Croix de Toulouse.

P. dichrous : Bas-Bréau.

P. hirsutus : Carrefour Louis-Philippe.

P. pubescens.

P. velutinus.

P. abietinus : Bas-Bréau, Champ de manœuvres près de la route d'Orléans, Pente du Mont Aigu.

P. incanus var. *ulmarius :* près du Polygone, Jardin anglais.

P. nigricans.

P. rubriporus : Bas-Bréau.

P. conchatus.

P. roburneus.

P. croceus : Bas-Bréau, Bouquet du Roi (sur l'arbre tombé près du Pharamond).

P. rutilans : près de Barbizon, Fosse à Rateau.

P. dryadeus : Barbizon, derrière le château de la Madeleine.

P. hispidus.

P. rheades : Carrefour du Chevreuil, Bouquet du Roi.

P. radiatus.

P. tomentosus : Bord du champ de manœuvres près de la route d'Orléans.

Boletus.

Les espèces extrêmement communes sont les suivantes : *B. luteus, edulis, scaber, erythropus, luridus, chrysantheron, variegatus, badius, subtomentosus, granulatus.*

Espèces peu communes ou rares : *B. flavus* : Sous les Mélèzes : Boqueteau entre le chemin de fer et la route de Samois, pas loin du pont de Bourgogne ; près de la croix de Guise.

B. viscidus.

B. felleus : Croix du Grand Maître, Route de la Jeunesse, Route du Prince, Mont Fourceau, Plateau du Mont Chauvet, Mont Fessas, Route des Rochers d'Avon.

B. æreus : Mare aux Evées, Mont Chauvet, Mont Merle.

B. versipellis : Bois Gautier (pente vers le rû de Changis) ; près la Caverne d'Augas.

B. cyanescens (vient souvent dans le sable, quelquefois au milieu même d'un sentier sableux) : bois près d'Arbonne, Route de la Jeunesse, Mont Merle, Route des Parquets de Montigny, La Tillaye, Mont Chauvet, Mont Fessas, Route des Rochers d'Avon, sentier des Artistes.

B. castaneus : La Tillaye, Mare d'Episy, près de la route de Bourron à Villiers, entre la Gare de Thomery et la croix de Guise, au Mont Merle.

B. Satanas : Butte à Gay, Carrefour de Paris, Gros Fouteau, Fosse à Rateau, La Tillaye, Carrefour du Chevreuil, Mont Chauvet, Croix de Guise.

B. piperatus : sur une pelouse du Laboratoire de Biologie végétale.

B. pruinatus : Calvaire, Route des Parquets de Montigny.

B. pachypus.

B. parasiticus : Route des Rochers d'Avon.

B. spadiceus : Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

B. impolitus : Gros Fouteau.

B. bovinus : Bois avant Arbonne, Bouquet du Roi, Carrefour du

Chevreuil, Champ de Courses, près de l'Aqueduc de la Vanne (route de Marlotte), Fosses Rouges, Polygone.

B. collinitus.

Fistulina.

F. hepatica : assez commune sur les troncs de Chêne.

Meruluis.

M. tremellosus : Gros Fouteau, Route de la Tour Denecourt, Fosse à Rateau, Barbizon.

M. papyrinus : Fosses Rouges.

M. molluscus.

M. serpens : Route de Paris (sur une bûche).

HYDNÉES

Hydnum.

Espèces communes : *H. repandum ;* une var. *rufescens* se rencontre près de la croix de Saint-Hérem, au Gros Fouteau, près de la route Adélaïde ; *H. floriforme* et sa var. *ferrugineum* souvent considérée comme une espèce spéciale ; *zonatum, velutinum, coralloides* (cette dernière espèce rare dans l'ensemble de la Flore des environs de Paris, mais très commune à Fontainebleau, principalement sur les troncs de Hêtres tombés).

Autres espèces : *H. amarescens :* Grands Feuillards.

H. acre : Route des Rochers d'Avon.

H. imbricatum : bois avant Arbonne, près de la mare d'Episy, Bas-Bréau, bois de Pins près du Champ de manœuvres de la route d'Orléans.

H. cinereum : Mare aux Evées, Fosse rouge.

H. amicum : près de la gare de Thomery, près du point d'intersection de la route de la Tête à l'âne et de la Route du Mont Ussy.

H. cyathiforme var. *variecolor :* Bas-Bréau.

H. nigrum : Carrefour de la Butte aux Aires, Gros Fouteau.

H. auriscalpium : Bois de la Madeleine, près du pont de la Trémouille sous les Épicéas, entre le Carrefour du Berceau et la mare aux Evées, près de la route de Bourron à Villiers, Bas-Bréau, le long de l'Aqueduc de la Vanne entre les routes de Nemours et d'Orléans.

H. erinaceum : Barbizon, près du Carrefour du Gros Hêtre, Route du Bouquet du Roi.

H. cirrhatum.

H. pudorinum.

H. fusipes : Carrefour de la Butte aux Aires.

H. fuligineo-album : Bois de Pins près du champ de manœuvres de la route d'Orléans.

H. fuligineo-violaceum : Carrefour de la Butte aux Aires, Carrefour à l'intersection de la Route du Mont Ussy et de la route de la Tête à l'Ane.

Odontia.

O. farinacea et *membranacea.*

Radulum.

R. lætum.

Sistotrema.

S. pachyodon : Route Amélie (sur un arbre), Route de la Fosse à Rateau (sur un fragment de tronc détaché et tombé à terre).

Irpex.

I. obliquus.

I. fuscoviolaceus : (forme à vieille du *Polyporus abietinus)*, Butte Guay, bois de Pins, près du champ de manœuvres de la route d'Orléans.

Phlebia.

P. merismoides : Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

P. radiata et sa var. *contorta* : Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

CLAVARIÉES

Sparassis.

S. crispa : près du Calvaire.

Clavaria.

C. rugosa : Carrefour du Berceau, Mont Merle.

C. cristata : La Tillaye, Gros Fouteau, Rochers Bouligny, petit bois près de la gare de Bourron et de la route de Nemours, Mare aux Evées, Calvaire, Route des Parquets de Montigny.

C. Kunzei : Carrefour du Berceau, le long du Polygone.

C. grisea.

C. cinerea.

C. acroporphyrea : Rochers Fourceau, Mont Chauvet, La Tillaye, Carrefour du Gros Hêtre, Route du Gros Fouteau.

C. flava : Route Notre-Dame, La Tillaye, au haut de la Côte de Bourron, Fosse à Rateau, Gros Fouteau.

C. formosa : Sommet de la Côte de Bourron, Mont Merle, Bas-Bréau.

C. aurea : Côte de Bourron, La Tillaye, Rochers Bouligny (pente sud, vers le bas), Carrefour des forts de Marlotte, près de l'Aqueduc de la Vanne (route de Marlotte), Bas-Bréau.

C. condensata : Pont de la Trémouille.

C. corniculata : La Tillaye, Gros Fouteau, Rochers Fourceau, Carrefour des Vieux Rayons, Mont Fessas.

C. fastigiata : La Tillaye.

C. abietina : Bois Gautier, Parquet des chasses à tir, Pont de la Trémouille.

C. stricta : Bouquet du Roi, Route de la Tour Denecourt, La Tillaye, Fosse à Rateau, Gros Fouteau, Carrefour du Chevreuil, Mont Chauvet, Mont Fessas, Bas-Bréau.

C. fragilis : Route de Buffon.

C. ericetorum : Carrefour du Berceau.

C. inæqualis : Carrefour de Franchières.

C. pistillaris : Carrefour du Chevreuil.

C. juncea : Espèce qu'il est parfois impossible de rencontrer dons la forêt de Fontainebleau pendant plusieurs années, mais qui certaines autres années y est *extrêmement abondante*, partout.

C. dendroidea : Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

C. grossa : ancien parquet des chasses à tir.

Pistillaria.

P. *micans.*

P. *quisquiliaris* : près le Carrefour de la Madeleine.

THÉLÉPHORÉES

Craterellus.

C. cornucopioides : peu commun en général et venant en petite quantité; mais certaines années très répandu, venant par grandes quantités d'individus sur des espaces assez restreints; peut venir là où il n'y a que Chênes ou Hêtres, mais pousse de préférence dans les endroits où ces arbres sont accompagnés de Charmes. Les principales stations sont : Entre le Carrefour de Paris et le Carrefour Louis-Philippe, près le Carrefour des forts de Marlotte, entre le Carrefour des Bécassières et la mare aux Evées, près le Carrefour des Vieux Rayons, près le Carrefour de Montespan, au Bois de la Madeleine, au Bas-Bréau.

Thelephora.

T. palmata : Route des Parquets de Montigny.

T. terrestris : Carrefour de la Madeleine, La Tillaye, Mare aux Evées, Route de Bourgogne, le long du Parc du Château de Bourron, Barbizon.

T. coralloides : en plein sable au milieu de la Route de Vénus, le long de l'Avenue de Maintenon au bas du Mail Henri IV.

Stereum.

Espèces très communes : *S. hirsutum. S. ferrugineum.*

Autres espèces moins communes : *S. Mougeotii, cristulatum, sanguinolentum, spadiceum.*

S. insignitum : Bas-Bréau, Polygone, Gros Fouteau, La Tillaye.

Cyphella.

C. amorpha.

Corticium.

Espèce commune : *C. quercinum.*

Autres espèces : *C. disciforme :* Bas Bréau; *C. giganteum* var. *Sambuci, C. comedens.*

Tomentella.

T. ferruginea.

PHALLOIDÉES

Phallus.

Espèce très commune : *P. impudicus*.

Espèce plus rare : *P. caninus :* Gros Fouteau.

NIDULARICÉES

Cyathus.

C. hirsutus : Bois Gautier (Pente vers la Seine), la Tillaye, Mare aux Evées, Côte de Bourron, près du Carrefour Montespan, Gros Fouteau.

C. sericeus : Route de Bourgogne (entre le Chemin de fer et la Croix de Toulouse).

C. Crucibulum : Bois de Belle-Fontaine, près du Parc du Château de Bourron, Route de Barbizon.

S. stellatus : Sentier des Artistes, et probablement au Gros Fouteau.

LYCOPERDINÉES

Tulostoma.

T. mammosum : Talus de la Route de Paris, Route de Barbizon, bord de la Route d'Orléans après l'aqueduc de la Vanne.

T. fimbriatum : Pente de la Tour Denecourt.

T. brumale : Carrefour de l'Epine.

Pisolithus.

P. arenarius : Franchard (près de la Roche qui pleure, et dans un autre endroit, dans un petit sentier pas loin de la Route Ronde), sentier de la petite Arabie.

Scleroderma.

Espèces très communes : *S. vulgare* et *verrucosum*.

Geaster.

G. Schmideli : Rochers Bouligny, Bois de la Madeleine.

G. fornicatus, *pectinatus*.

G. hygrometricus : près du Parc du Château de Bourron, et çà et là ; assez commun.

G. fimbriatus : Rochers Bouligny, Calvaire, Parquet des chasses à tir, Pont de la Trémouille.

G. vulgatus, floriformis, striatus.

G. rufescens : Gros Fouteau ou Bas-Bréau, Pont de la Trémouille.

G. saccatus : Parquet des chasses à tir.

G. minimus : Près l'Aqueduc de la Vanne (entre les Routes d'Orléans et de Nemours).

Lycoperdon.

Espèces communes : *L. gemmatum, cælatum, piriforme.*

Espèces plus rares :

L. furfuraceum : Polygone.

L. mammæforme.

L. excipuliforme : Bois avant Arbonne, Gros Fouteau, Pont de la Trémouille.

L. echinatum : Croix de Guise, Fosses Rouges, Carrefour du Gros Hêtre, à droite de la Route de Samois (plus loin que le Château de Belle-Fontaine).

L. hirtum : Pont de la Trémouille (sous les Epiceas).

L. utriforme : Polygone.

Bovista.

B. gigantea : Polygone, près de Bourron.

B. dermoxantha.

CALOCÉRÉES

Calocera.

C. palmata : Polygone.

C. viscosa : Bois avant Arbonne, Polygone, Barbizon.

C. cornea : Gros Fouteau ou Bas-Bréau.

DACRYMYCÉTÉES

Dacrymyces.

D. stillatus.

TRÉMELLODONÉES

Tremellodon.

T. gelatinosum : Pont de la Trémouille, Carrefour de la Madeleine, Route de la Tour Denecourt. — Espèce très répandue certaines années.

TRÉMELLÉES

Tremella.

T. violacea : Gros Fouteau.

T. intumescens : en bas des Rochers Bouligny du côté Sud sous un tas de bois.

T. mesenterica : Sommet de la côte de Bourron, Mare aux Evées.

AURICULARIÉES

Auricularia.

A. tremelloides : La Tillaye, Gros Foûteau, Bois de la Madeleine.

ECCHYNÉES

Ecchyna.

E. faginea : Champ de Courses, La Tillaye, Fosse à Rateau, Gros Fouteau.

MODIFICATIONS SEXUELLES
CHEZ LE *PICEA MORINDA*

par M. Marin MOLLIARD

Au cours d'une visite faite à l'Arboretum de l'Ecole d'Agriculture de Grignon en mai 1904, j'ai observé sur un spécimen de *Picea Morinda* plusieurs cônes femelles tératologiques dont la figure 1 reproduit l'aspect général ; alors que les régions inférieure et supérieure de l'axe portaient des feuilles carpellaires normales la partie médiane ne présentait que des feuilles beaucoup plus courtes, sur lesquelles s'étaient développés des sacs polliniques de taille variable et de disposition irrégulière ; il en résultait pour tous ces cônes un étranglement très accentué vers leur milieu.

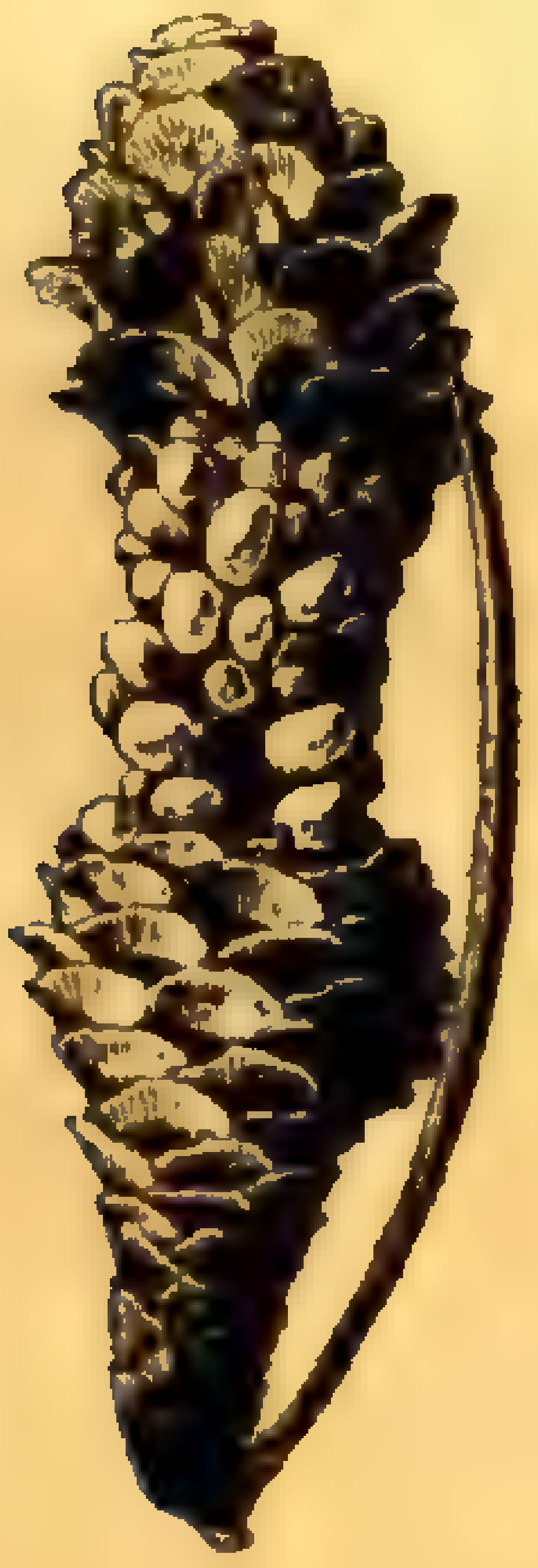


Fig. 1. — Cône femelle tératologique de *Picea Morinda*. (1/3 de la grandeur naturelle.)

Rappelons, pour bien comprendre en quoi consiste la nature des transformations subies par le cône dans cette région aberrante, quelle est la disposition des feuilles staminales et carpellaires dans les cônes normaux des *Abies* ; les étamines des cônes mâles correspondent à des bractées scarieuses à la face supérieure desquelles se constituent deux sacs polliniques s'ouvrant chacun à la maturité suivant une fente longitudinale ; dans le cône femelle ces bractées existent, mais sont stériles et c'est à leur aisselle que prend naissance un axe court portant deux feuilles aplaties, charnues, soudées latéralement l'une à l'autre, et se comportant chacune comme un carpelle ; celui-ci porte un ovule vers sa base.

Les échantillons qui ont attiré notre attention présentent dans la région transformée toutes les transitions possibles entre les deux sortes de feuilles sexuelles que nous venons de rappeler et nous pouvons ranger les différents aspects observés dans les catégories suivantes :

1° FEUILLES CARPELLAIRES NORMALES, A OVULES CONTENANT DES GRAINS DE POLLEN. — Certains carpelles offrent à l'emplacement ordinaire de l'ovule un massif qui rappelle la forme de cet organe et qui peut encore présenter un tégument, mais ce dernier l'enveloppe d'une manière moins étroite ; à l'intérieur de l'ovule on trouve dans quelques cas, au lieu d'endosperme, un massif pollinique.

Ailleurs il se développe, à côté et en dehors de l'ovule resté normal ou transformé en sac pollinique, un ou deux sacs polliniques surajoutés.

2° FEUILLES CARPELLAIRES TRANSFORMÉES EN ÉTAMINES. — Cette dernière transformation conduit au cas où on n'observe plus rien qui ressemble à un ovule sur les carpelles, mais où chaque carpelle porte à sa face supérieure un nombre variable de sacs polliniques ; le plus souvent on compte par feuille carpellaire un ou deux gros sacs polliniques, dont le pollen arrive à se constituer d'une manière parfaitement normale ; mais aux deux sacs polliniques placés côte à côte peuvent s'en ajouter d'autres développés dans la région dorsale de la feuille ; on a alors deux rangées transversales constituées chacune par 1-3 sacs polliniques.

Ajoutons qu'il y a souvent indépendance, au point de vue du degré de la transformation qu'ils subissent, entre les deux carpelles d'une même paire ; l'une de ces feuilles peut par exemple rester femelle alors que l'autre devient mâle ; de même le nombre et la disposition des sacs polliniques développés sur l'une peuvent être très différents de ce qu'ils sont sur l'autre.

Dans cette transformation les carpelles s'individualisent plus ou moins, au moins dans leur partie terminale, et offrent souvent une tendance à devenir scarieux vers leurs bords ; leur bractée mère ne subit aucune modification appréciable.

A un degré de modification un peu plus considérable on a peine à reconnaître l'existence des feuilles carpellaires qui sont très réduites et ne constituent plus qu'une masse étroite autour de laquelle s'insèrent de gros sacs polliniques. Ajoutons que ces sacs polliniques n'offrent pas de fente de déhiscence comme dans les étamines normales.

3° BRACTÉES MÈRES DES CARPELLES TRANSFORMÉES EN ÉTAMINES. — Enfin les carpelles peuvent complètement faire défaut et nous observons alors que la bractée qui leur correspond devient une étamine absolument homologue des étamines ordinaires ; elle n'en diffère le plus souvent que par la taille quelquefois énorme des deux sacs polliniques qu'elle présente.

J'ai recherché à quoi on devait attribuer cette singulière malformation ; il était naturel de se demander tout d'abord si quelque parasite interne ou externe n'en serait pas la cause, mais je n'ai rien pu observer de semblable ; j'en suis réduit à proposer l'explication suivante, basée sur le fait que tous les cônes tératologiques présentaient leurs transformations au même niveau ; si on admet que le développement de ces cônes s'est effectué simultanément, cela revient à dire que les modifications ont eu lieu dans la même période de temps, correspondant à l'époque de la différenciation de la zone aberrante ; et alors ce pourrait être quelque trouble apporté dans la nutrition de la plante pendant cette période qui serait là cause des modifications sexuelles constatées ; une perturbation météorologique, telle qu'une élévation ou un abaissement anormal de la température, pourrait en être le point de départ. Je n'ai d'ailleurs pu retrouver les phénomènes observés pendant les trois années qui ont suivi 1904.

Ce qui du moins reste acquis, c'est la transformation même de feuilles femelles en feuilles mâles et par conséquent l'intervention d'un changement de nutrition, quelle qu'en soit la cause initiale, dans la différenciation des cellules sexuelles. Nous retrouvons ici quelque chose de tout à fait analogue à ce que j'ai signalé par ailleurs chez le Pétunia (1) où des ovules peuvent présenter des grains de pollen, ainsi que chez le Chanvre et le Mercuriale (2) où des étamines peuvent inversement se transformer en carpelles ; plus récemment

---

(1) M. Molliard. Sur la formation de pollen dans les ovules de *Petunia hybrida*. *Rev. gén. Bot.*, 1896, 8, 49-59.

(2) M. Molliard. De l'hermaphrodisme chez le Mercuriale et chez le Chanvre. *Rev. gén. Bot.*. 1898, **10**, 320-334.

Figdor (1) a retrouvé les mêmes modifications chez l'*Humulus japonicus* et Tournois (2) chez l'*Humulus Lupulus ;* ces deux auteurs ont confirmé par leurs recherches la principale conclusion que j'avais émise, à savoir que *le milieu extérieur est capable d'agir sur la nature du sexe des plantes dioïques.*

Dans le cas du *Picea Morinda* il s'agit d'une plante monoïque et une fois de plus nous arrivons à l'idée que le sexe d'une fleur ou d'une inflorescence n'est pas lié d'une manière fatale à son emplacement sur le végétal ; cela n'a lieu que lorsque se trouve réalisé, ce qui est le cas ordinaire, un ensemble de conditions extérieures qui ne s'éloignent pas trop des conditions moyennes; dans le cas contraire les organes sexuels peuvent, tout comme les autres, subir des transformations dont celles que je viens de signaler constituent un exemple assez remarquable.

---

(1) Figdor. Uebergangsbildung von Pollen zu Fruchtblättern bei *Humulus japonicus* und deren Ursachen. *Sitzgsber. Kais. Ak. Wiss Wien*, Math.-Nat. Kl., 1911, **120**, 689-70.

(2) Tournois. Etude sur la sexualité du Houblon. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 9ᵉ Sⁱᵉ, 1914, **19**, 48-190.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

L'Académie des Sciences a décerné, pour 1914, les prix de Botanique suivants :

Le prix Desmazières est décerné à M. G. DE ITSVANFFI, professeur à l'Université de Buda-Pest pour ses « Études sur le mildew de la Vigne ». Une mention, sur ce même prix, est accordée à M. H. BRUCHMANN, Professeur à Gotha pour ses travaux sur les « Sélaginelles ».

L'un des prix Montagne est attribué à M. SAUVAGEAU, Professeur à l'Université de Bordeaux pour son Mémoire sur les « *Cystoseria* de Banyuls et de Guéthary » ; l'autre à feu M. A. COPPEY pour ses recherches de Bryologie.

Le prix de Coincy est décerné à M. MÉDÉRIC GARD pour ses « Recherches sur les hybrides de Cistes » obtenus par le regretté Edouard Bornet.

⁂

M. le Dr BOLESLAW HZYNIEWIECKI, chargé de cours à l'Université de Iourieff (Dorpat), a été nommé Professeur de Botanique et Directeur du Jardin botanique à l'Université d'Odessa.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.

Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Berthault, docteur ès sciences.

Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Boudier, correspondant de l'Institut.

Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.

Buchet, préparateur à la Sorbonne.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Etudes.

Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.

Combes (Raoul), docteur ès sciences.

Costantin, membre de l'Académie des Sciences.

Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.

Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Dassonville, docteur ès sciences.

Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.

Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Ducamp, docteur ès sciences.

Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Sèude.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, prof. à l'Université de Lille.

Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.

Gain, professeur à l'Université de Nancy.

Gallaud, docteur ès siences.

Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.

Coldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.

Guignard, membre de l'Académie des Sciences.

Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Hervier (l'abbé Joseph).

Hickel, inspecteur des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.

Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.

Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.

Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.

Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.

Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.

Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.

Maige, prof. à l'Université de Poitiers.

Matruchot, professeur à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.

Molliard, professeur à la Sorbonne.

Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.

Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.

Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.

Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).

Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.

Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.

Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.

Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.

Russell (William), docteur ès sciences.

Seignette, docteur ès sciences.

Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.

Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.

Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.

Tswett, de l'Université de Varsovie.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Viala, prof. à l'Institut agronomique.

Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.

Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.

Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

Imp. Nemourienne, Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.